

UNIVERSITE DE MONTPELLIER

N° 235

FACULTÉ DE PHARMACIE

MOLINIA CÆRULEA Moench

(Mélique bleue)

Etude Botanique et Toxicologique

THÈSE

Présentée et publiquement soutenue devant la Faculté de Pharmacie de Montpellier

Le 12 Juillet 1934

PAR

Radu ZITTI

Pharmacien

POUR OBTENIR le DIPLOME de DOCTEUR de L'UNIVERSITÉ (Mention Pharmacie)

JURY	{	MM. A. JUILLET, professeur, président.	{	Assesleurs.
		FONZES-DIACON, professeur.		
		ASTRUC, professeur.		

IMPRIMERIE MARI-LAVIT
1, RUE DE SAUVAGES, 1

1934

MOLINIA CÆRUELA MOENCH

(MELIQUE BLEUE)

**ETUDE BOTANIQUE ET
TOXICOLOGIQUE**

UNIVERSITE DE MONTPELLIER

N° 235

FACULTÉ DE PHARMACIE

MOLINIA CÆRULEA Moench

(Mélique bleue)

Etude Botanique et Toxicologique

THÈSE

Présentée et publiquement soutenue devant la Faculté de Pharmacie de Montpellier

Juillet 1934

PAR

Radu ZITTI

Pharmacien

POUR OBTENIR le DIPLOME de DOCTEUR de L'UNIVERSITÉ (Mention Pharmacie)

JURY	(MM. A. JUILLET, professeur, président.	{ Assesseurs
	FONZES-DIACON, professeur.	
	ASTRUC, professeur.	

IMPRIMERIE MARI-LAVIT
1, RUE DE SAUVAGES, 1

1934

Faculté de Pharmacie de Montpellier

ADMINISTRATION

MM.

FONZES-DIACON (*, I. P. ☉, O. ☿). Doyen.
P.-J. TARBOURIECH (*, I. P. ☉) Assesseur.
LEBLAYE (A. ☉) Secrétaire.

PROFESSEURS

MM.

FONZES-DIACON (*, I. P. ☉, O. ☿) ..	<i>Chimie minérale.</i>
A. ASTRUC (O. *, I. P. ☉)	<i>Pharmacie galénique et industrielle.</i>
P. HOLLANDE (I. P. ☉)	<i>Zoologie et microbiologie.</i>
P.-J. TARBOURIECH (*, I. P. ☉)	<i>Chimie organique.</i>
A. JUILLET (I. P. ☉)	<i>Botanique et matière médicale.</i>
A. FAUCON (O. *, I. P. ☉, ☿, C. ☒,	<i>Pharmacie chimique.</i>
G. O. ☒)	
E. CANALS (I. P. ☉)	<i>Physique.</i>
M. MOUSSERON	<i>Chimie analytique et toxicologie.</i>

DOYEN HONORAIRE

M. G. MASSOL (*, I. P. ☉, ☿)

PROFESSEUR HONORAIRE

M.

F. JADIN (O. *, I. P. ☉), Doyen hon. de la Faculté de Pharmacie de Strasbourg

CHARGÉS DE COURS

MM.

FONZES-DIACON (*, I. P. ☉, O. ☿) ..	<i>Toxicologie.</i>
A. ASTRUC (O. *, I. P. ☉)	<i>Hydrologie.</i>
P. HOLLANDE (I. P. ☉)	<i>Zoologie.</i>
F.-J. TARBOURIECH (*, I. P. ☉)	<i>Chimie biologique.</i>
A. JUILLET (I. P. ☉)	<i>Botanique.</i>
A. FAUCON (O. *, I. P. ☉, ☿, C. ☒,	
G. O. ☒)	<i>Fonctions en chimie organique.</i>
MOYE, Doyen honoraire Faculté de	
Droit (*, I. P. ☉)	<i>Législation pharmaceutique.</i>

AGRÉGÉ

M. P. JAULMES, chargé d'Agrégation

CHEF DES TRAVAUX PRATIQUES

MM.

L. FARRÉ (I. P. ☉)	<i>Chimie et Pharmacie.</i>
DAUBIAN DELISLE (*, I. P. ☉)	<i>Physique.</i>
SUSPLUGAS	<i>Histoire naturelle.</i>

NOTA. — La Faculté de Pharmacie n'accepte la responsabilité d'aucune des opinions émises par les candidats dans les Thèses ou Synthèses qui sont présentées.



A LA MEMOIRE DE MON PERE ET DE MA MERE

A MA FEMME ET A MA SŒUR

*Témoignage de ma profonde
affection.*

A MONSIEUR LE PROFESSEUR A. JUILLET

*Professeur de Botanique et de Matière Médicale
à la Faculté de Pharmacie de Montpellier*

A LA MEMOIRE DU DOCTEUR

M. BRANDZA

*Hommage de respect et de re-
connaissance.*

AVANT-PROPOS

Ce travail a été entrepris et mené à bien au laboratoire de Botanique et de Matière Médicale de la Faculté de Pharmacie de Montpellier, sous la direction de Monsieur le Professeur JUILLET. Je n'oublierai jamais son accueil si bienveillant, lors de mon arrivée à Montpellier, il y a deux ans ; je tiens à lui exprimer ma respectueuse reconnaissance et ma profonde gratitude pour ses conseils avisés et sa sollicitude de tous les instants.

Je désire remercier également Monsieur le Doyen FONZES-DIACON : le souvenir me sera doux de la sympathie et de l'intérêt qu'il n'a cessé de me témoigner lors de mon séjour en France.

Ma gratitude va encore à Monsieur le Professeur ASTRUC, qui est bien connu en Roumanie. Son « Traité de Pharmacie Galénique » est très souvent consulté dans nos Facultés et sa présence à mon Jury de thèse est pour moi un honneur dont je le remercie.

C'est un devoir pour moi de mentionner que ce sont les Maîtres de la Faculté de Pharmacie de Bucarest et la Société pharmaceutique O. A. F., qui m'ont permis, par leurs encouragements et par un soutien ma-

tériel de compléter en France ma formation, scientifique : je leur demande de croire à ma profonde reconnaissance.

MM. les Professeurs PAVILLARD, KUNHOLTZ-LORDAT et MONTEIL m'ont permis l'accès de bibliothèques spécialisées et m'ont fait profiter de leur large érudition; je les en remercie sincèrement.

Je ne puis oublier également les services rendus au cours de mes études par M. le Docteur HARANT, Chef des Travaux à la Faculté de Médecine de Montpellier et par mon ami M. le Docteur STEFANESCO.

Je conserverai enfin un excellent souvenir de la franche camaraderie et de la cordialité de Monsieur SUSPLUGAS, Chef des Travaux à la Faculté de Pharmacie, et de Monsieur le Docteur J. GIROUX, Préparateur.

INTRODUCTION

La famille des Graminées ne renferme que de très rares espèces auxquelles étaient attribuées des propriétés nuisibles ou toxiques. A ces espèces, Bromus catharticus Vahl., Bromus purgans L., Festuca quadridentata Kunth., Lolium temulentum L., européennes ou exotiques, on adjoint parfois Molinia cærulea Moench, la Mélisque bleue.

Seule, parmi les Graminées toxiques ou dangereuses, la Mélisque bleue paraît avoir échappé à une étude exacte. En effet les auteurs qui signalent la nocivité de cette Graminée, ne donnent, à ce sujet, que des appréciations toujours succinctes.

Ainsi, L. COURCHET (1897) dans son Traité de Botanique (T. I, p. 452), s'exprime ainsi : « La Mélisque bleue (Molinia cærulea Moench) qui croît dans nos bois humides, devient, dit-on, délétère pour les bestiaux à l'époque de la floraison. »

La même appréciation est donnée sur cette graminée par G. Planchon et E. Collin (1895) dans les Drogues simples (T. I, p. 97).

Ch. Cornevin (1887) dans : Des Plantes Vénéneuses (p. 63) précise : « On a bien accusé le genre Melica

de fournir une espèce, la *Molinia cærulea* (Mélisque bleue) qui serait malfaisante pour les chevaux au moment de la floraison, mais c'est un point qui reste douteux. »

Il se peut que ces opinions soient empruntées à H. BAILLON (1884) qui, sur le même sujet, signale le danger que présente pour les bestiaux, *Molinia cærulea*, au moment de sa floraison.

Nous n'avons pas rencontré dans les recherches bibliographiques des citations antérieures à 1884. Les auteurs qui ont fait allusion aux propriétés nocives de la Mélisque, ont adopté probablement une croyance populaire, appuyée sur un long empirisme.

De toute façon, il n'existe pas d'étude permettant d'interpréter ou de connaître exactement la toxicité attribuée à cette Graminée.

Or, dès les premiers jours de novembre 1932, une excursion botanique nous conduisit à une station importante de *Molinia cærulea*, située environ à trois kilomètres de Montarnaud (près de la route Montarnaud-Argelliers). Nous pûmes constater que la plupart des individus qui peuplaient cette station, portaient de très beaux exemplaires d'ergots produits par *Claviceps microcephala* Tul. La présence du sclérote de cette *Pyrénomycète*, parasite connu de *Molinia cærulea*, parut nous expliquer la toxicité de cette Graminée au moment de sa floraison. Il nous semblait logique, en effet, d'attribuer cette toxicité, non à la plante elle-même, mais bien à son parasite.

Plusieurs travaux scientifiques devaient nous engager dans cette interprétation. Ainsi, E. NOFFRAY (1910) dans une étude sur les dangers de l'ergot (Journ. d'Agriculture pratique, t. 19, p. 529), divise les Graminées ergotées en trois catégories, suivant la fréquence de

l'infection par les Claviceps. Dans la première catégorie il place les espèces: « sur lesquelles l'ergot est susceptible de prendre un développement dangereux, soit par la multiplicité des stations, soit par l'abondance des sclérotés sur une même tige » *Molinia cærulea* est classée dans cette première catégorie. Plus loin, dans le même article, il a soin d'ajouter que la *Molinie bleue* est très souvent atteinte et qu'il n'est pas rare de rencontrer sur les hampes florales de 10 à 40 sclérotés. E. NOFFRAY estime que l'infection peut atteindre plus de la moitié des individus, et il fait enfin observer que la forme conidienne de *Claviceps* évoluant sur les épis, présente plus de toxicité que le sclérote lui même.

E. GAIN et D. BROCC-ROUSSEU (1912) dans leur *Traité de Foins* (p. 580) signalent les foins de marais ou foins acides de Russie, accusés de produire, chez le bétail, l'ostéomalacie et l'avortement. Or, ces foins sont constitués par des *Juncus*, des *Carex*, des *Ranunculus*, des *Equisetum* et par *Molinia cærulea*.

C. HARTWICH (1895), en étudiant le sclérote de *Claviceps microcephala* Tul. fourni par *Molinia cærulea*, décèle une quantité d'alcaloïdes, dans cet ergot, de trois fois supérieure à celle qu'on observe généralement dans le sclérote de *Claviceps purpurea*, et provenant du seigle. Il était donc fort possible d'attribuer à cette Ascomycète la toxicité des fourrages riches en *Molinie bleue*.

Cependant, contrairement à toutes nos prévisions des expériences sur des herbivores, nous permirent de déceler une toxicité violente se manifestant bien avant la période de l'épanouissement des fleurs. Dans ces conditions, la toxicité due au champignon parasite, ne suffisait plus à expliquer la toxicité de *Moli-*

nia cærulea. Le cycle évolutif de cette Ascomycète, sur les Graminées, s'opposait à cette interprétation.

Nos recherches s'orientaient alors vers une autre voie.

Nous avons tenté une étude complète de cette Graminée.

Dans une première partie, nous avons effectué une mise au point des caractères systématiques, et de la morphologie de cette espèce.

La seconde partie de notre mémoire est réservée à une étude anatomique.

Dans la troisième partie nous rappelons en détail le rôle que peut jouer *Claviceps microcephala* dans la toxicité de *Molinia cærulea*, utilisant à cette effet les travaux de nos devanciers et nos observations personnelles. Enfin, nous rapportons nos essais physiologiques sur les animaux et nos recherches sur les principes toxiques propres à la plante.

PREMIERE PARTIE

SYNONYMIE - MORPHOLOGIE -
LOCALISATION

CHAPITRE PREMIER

LE GENRE MOLINIA ET SES RAPPORTS AVEC
LES GENRES ET GROUPES VOISINS

A. — HISTORIQUE ET SYNONYMIE.

La Molinie bleue fut d'abord attribuée par LINNÉ au genre *Aira*, et il la nomma *Aira cærulea*. Le nom du genre *Molinia* a été créé par SCHRANK (1789) pour honorer le missionnaire Jésuite JUAN IGNACIO MOLINA né en 1740 à Talca au Chili et mort en 1829 à Bologna, auteur de: *Saggio sulla storia naturale del Chile*. le.

Le genre *Molinia* a une histoire botanique assez compliquée due aux confusions commises entre les caractères de ce genre et les caractères des genres voisins. D'autre part quelques variations dans les caractères de l'espèce initiale: *Molinia cærulea* Moench

ont entraîné la création d'espèces nouvelles, ou l'attribution de cette espèce à des genres différents.

a) *Résumé d la synonymie de Molinia cærulea, dans l'ordre chronologique* (D'après P. ASCHERSON et P. GRAEBNER (1898): Synopsis der Mitteleuropäischen Flora).

Aira cærulea Linné 1753 (*Melica cærulea* L.)

Molinia varia Schrank 1789

Molinia cærulea Moench 1794

Aira atrovirens Thuillier 1799

Molinia variabilis Wiebel 1799

Festuca cærulea A. P. de Candolle 1805

Enodium cæruleum Gaudin 1811

Arundo agrostis Lapeyrouse 1813

Hydrochloa cærulea Hartmann 1819

Monilia cærulea S. F. Gray 1821

Molinia genuina Koch 1837

b) *Inversement on a rattaché au genre Molinia d'autres plantes appartenant à des genres tout différents :*

Molinia capillaris Hartm. = *Molinia distans* Hartm.
= *Glyceria distans* Wahlb.

Molinia fluitans Hartm. = *Molinia plicata* Hartm. =
Glyceria fluitans R. Br.

Molinia maritima Hartm. = *Glyceria maritima* Hartm.

Molinia maxima Hartm. = *Glyceria aquatica* Wahlb.

Molinia aquatica Wiebel = *Catabrosa aquatica* P. B.

Molinia serotina Mert. et Koch = *Diplachne serotina*
Link.

Actuellement, le genre *Molinia* Schrank ne comprend que deux espèces:

Molinia cærulea Moench, de l'Europe, l'Asie tempérée, l'Afrique et l'Amérique boréales.

Molinia squarrosa Trinius = *Molinia japonica* Hackel, de l'Asie centrale et orientale.

H. COSTE dans la Flore de France rattache au genre *Molinia*, *Diplachne serotina* Link. (Voir plus loin).

Les noms vulgaires donnés à *Molinia caerulea* sont très nombreux, et rappellent, soit ses emplois divers, soit quelques caractères organoleptiques :

France : Molinie bleue, Mélisque bleue.

Allem. : Pfeifengras, Besenried, wilde Roggenhalme, Schwartzschmala, Zuckerschmala.

Ital. : Gramigna liscia,

Dan. : Blaatoop,

Polon. : Mietlica, Trzeslica,

Litt. : Smilga.

B. — CARACTERES DU GENRE MOLINIA

Les caractères du genre *Molinia* ont été donnés par H. BAILLON (1892) et par G. BENTHAM et J. D. HOOKER (1880).

a) H. BAILLON dans son *Histoire des Plantes* (T. 12, p. 223), décrit ainsi le genre *Molinia* :

Molinia Moench. - Flores in spiculis 1-4, hermaphroditi, v. summus masculus. Glumae 2, inaequales, sub articulationes persistentes, muticae carinatae, 1-nerves. Glumellae paulo majores muticae rigidulae : extrema dorso convexa, 3-nervis; intima autem brevior tenuiorque, 2-nervis. Stamina 3. Styli breves distincti plumosi. Fructus oblongus teretiusculus, postice late sulcatus, inclusus et liber, - Herba perennis caespitosa; foliis angustis planis; paniculae elongatae la-

xiusculae ramis strictis, spiculis laxè conicis angustis erectis ; rhachilla supra glumas et inter flores articulata glabra, saepe ultra flores producta. (Europa bor.-occid. Africa Bor., Oriens).

b) G. BENTHAM et J. D. HOOKER dans leur *Genera plantarum* (t. III, p. 1185) en donnent la description ci-après :

« *Spiculae 2-4 florum, angustae paniculatae, rhachilla inter flores longiuscula articulata glabra, ultra flores saepe producta, floribus hermaphroditis v. summo masculino. Glumae 2 inferiores vacuae, persistentes, obtusiusculae v. acutae, muticae, praeter carinam enerves, inaequales spicula breviores ; florentes paulo majores, rigidule membranaceae, muticae dorso convexae, 3 - nervae, summa minor, florem ôfovens v. vacua, v. rhachilla supra florem stipitiformis nudaque ; palea glumâ vix brevior obtusa, 2 - carinata. Stamina 3. Styli breves, stigmatibus brevibus plumosis. Caryopsis oblonga teretiuscula, facie (saltem immatura) late sulcata, gluma paleaque inclusa libera.*

Gramen perenne, caespitosum, elatiusculum, nodis in caule prope basin paucis, foliis angustis planis. Panicula elongata, laxiuscula, ramulis strictis, spiculis parvulis, saepius numerosis erectis angustis laxè conicis. (Species 1, Europae, praesertim occidentalis et borealis incola). »

c) Les caractères du genre *Molinia* peuvent être résumés de la façon suivante :

1 - Nœuds très rapprochés à la base et cachés dans les gaines des feuilles inférieures (1) ;

(1) Voir plus loin, le genre *Diphlachne*.

2 - Ligule remplacée par une ligne de poils ;

3 - Axe de l'épillet, articulée et glabre, parfois dépassant les fleurs ;

4 - Epillets lancéolées à 2-4 fleurs caduques à la maturité ; les fleurs supérieures mâles, stériles ;

5 - Glumes inégales, 1-3 nervées, longuement dépassées par l'ensemble des glumelles ;

6 - Glumelles sans arête, mutiques ou un peu mucronées, l'inférieure entière, la supérieure échancrée au sommet, et caduque avec son axe à la maturité.

C. — RELATIONS AVEC LES GENRES VOISINS

Le genre *Molinia* Schrank est placée dans la sous-famille des *Poacées* (épillets pluriflores, avec un axe à entre nœuds distincts entre chaque fleur, parfois dépassant les fleurs) ; il est rattaché à la tribu des *Festucées*.

D'après P. ASCHERSON et P. GRAEHNER (1902), le genre *Molinia* est à rapprocher des genres : *Ampelodesmos*, *Cortaderia*, *Arundo*, *Donax* et *Diplachne*, de la tribu des *Arundinées*.

On donne à la tribu des Festucées les caractères suivants :

Epillets à 2 ou plusieurs fleurs hermaphrodites, glumes courtes, n'enveloppant pas les fleurs ; glumelle inférieure non aristée sur le dos ou rarement à arête naissant un peu au-dessous du sommet.

Cette tribu est divisée elle-même en sous-tribus. Cette subdivision varie suivant les auteurs. Ainsi, dans le *Genera Plantarum* de BENTHAM et HOOKER

(1862-1880), le genre *Molinia* est placé dans la sous-tribu des *Eragrostées*, caractérisées par :

Inflorescence en panicule, sans bractée à la base ; glumes à trois nervures (rarement 1-nervées) ; style court, stigmates plumeux ; caryopse libre ou rarement adhérent aux glumelles.

D'après ces auteurs, la tribu des Festucées comprend les sous-tribus : Pappophorées, Trioidées, Arundinées, Sesleriées, Eragrostées, Mélicées, Centothecées, Euphestucées.

Sont rattachés à la sous-tribu des *Eragrostées*, les genres : *Koeleria*, *Avellina*, *Eatonia*, *Dissanthelium*, *Molinia*, *Sphenopus*, *Catabrosa*, *Eragrostis*, *Ipnum*, *Cutandia*, *Oreochloa*, *Ectrosia*.

G. Rouy (1893-1913) dans sa Flore de France (T. 14, p. 159), divise les Festucées en 7 sous-tribus : Arundinées, Diplachnées, Sesleriées, Cynosurées, Glycériées, Poées, Brachypodiées.

Le genre *Molinia* constitue avec les genres : *Briza*, *Melica*, *Serrafalcus*, *Festuca*, *Atropis*, *Glyceria*, la sous-tribu des Glycériées. Leurs caractères communs seraient :

Inflorescence paniculée, dépourvue d'épillets stériles ; fleurs étalées pendant l'anthèse ; stigmates émergeant à la base de la fleur ; glumelle inférieure mutique ou aristée.

Nous lui préférons la classification du *Genera Plantarum*, très voisine de la classification de H. BAILLON (1892) dans *l'Histoire des Plantes*. Le genre *Molinia* est alors placé entre les genres *Dissanthelium* et *Sphenopus*.

I. — Le genre *Dissanthelium* Trin. comprend des Graminées à taille plus petite que *Molinia*, mais toujours cespiteuses à la base. La panicule est très étroite et moins allongée que celle de *Molinia*. Les autres caractères floraux sont les mêmes. Ces plantes appartiennent au Nouveau Monde : Mexique, Californie et Amérique australe.

2. — Le genre *Sphenopus* P. B. est constitué par des plantes annuelles, toujours de petite taille (5-30 cm.) à tiges grêles, genouillées ascendantes ; feuilles filiformes, enroulées. La présence d'une *ligule membraneuse* sépare le genre *Sphenopus* du genre *Molinia* ; ce sont des plantes des terrains salés du littoral méditerranéen, de l'Asie occidentale, et de l'Afrique septentrionale.

3. — Le genre *Eatonia* Raf., est déjà plus facile à distinguer : ce sont des plantes à panicule dense, à épillets à 3-4 fleurs, glumes très inégales ; l'inférieur plus large que les glumes membraneuses. Plantes de l'Amérique boréale.

4. — Il en est ainsi du genre *Avellina* Parlat, constitué par des Graminées annuelles pourvues d'une ligule très courte, avec inflorescence en panicule de 4-10 cm., un peu lâche, lobée, blanchâtre ou violacée ; épillets à 3-4 fleurs, glumes très inégales ; l'inférieure très petite, la supérieure acuminiée, égalant ou dépassant les fleurs. Les glumelles sont très inégales : l'inférieure est enroulée, cylindrique en alène, profondément 2-fide, à lobules terminés chacun par une sétule et munie dans le sinus des lobules, d'une arête terminale dont la longueur atteint environ la moitié de la glumelle. Plantes de la région méditerranéenne occidentale.

Quelques auteurs (H. COSTE 1906) englobent ce genre dans le genre *Koeleria*.

5. — Quant au genre *Catabrosa* (P. B.) il est formé de plantes vivaces, à souche rampante, feuilles planes (4 - 10 mm.) ; panicule pyramidale, à rameaux demi-verticillés ; caryopse obovale, non sillonné, libre comprimé par le côté ; glume supérieure plus grande, largement obovale, arrondie au sommet, épillets ordinairement 2 - flores (rarement 1-7 fleurs). Elles habitent les lieux humides, l'Europe, Asie tempérée, et Amérique boréale.

Quelques auteurs englobent ce genre dans le genre *Glyceria*.

6. — Si on ne considérait que la structure de la ligule, le genre *Eragrotis* P. B. serait très voisin du genre *Molinia*. Chacun d'eux montre en effet une ligule transformée en lame pileuse. Mais le genre *Eragrotis* s'en éloigne par le nombre considérable de ses fleurs (6-40), imbriquées sur deux rangs dans des épillets, fortement comprimés par le côté, et par la glumelle supérieure entière, persistante sur l'axe après la maturité. Il est répandu dans toutes les régions chaudes et tempérées.

7. — Enfin le genre *Diplachne*, incorporé par quelques auteurs dans le genre *Molinia*, se différencie de ce dernier par les caractères suivants : tige feuillée et noueuse presque jusqu'au sommet, panicule courte, lâche et peu fournie, glumelle inférieure inégalement 3 - dentée et mucronée, épillets à 3-6 fleurs espacées. Plantes des régions chaudes.



PL. I. — Touffe de *Molinia caerulea* Moench.
(Station de Montarnaud)

CHAPITRE II

ETUDE MORPHOLOGIQUE ET LOCALISATION DANS LA FLORE LANGUEDOCIENNE ET ROUSSILLONNAISE DE MOLINIA CAERULEA ET DE SES VARIETES

A. — MORPHOLOGIE

a) *Description générale de l'individu.*

Plante vivace de 0,40-1,5 cm. à souche cespiteuse, tenace, garnie de fibres épaisses ; tige dressée longuement nue au sommet, à nœuds peu nombreux, rapprochés à la base et recouverts par la gaine de la feuille inférieure. Feuilles fermes, rudes. Panicule violacées ou verdâtre, grêle, dressée, allongée, contractée après la floraison, interrompue à épillets lancéolés, très petits, pauciflores. Fleurs caduques. Glumes inégales, I - nervées, glumelles 3-5 nervées. Caryopse oblong - cylindrique.

b) *Description détaillée de l'individu.* (Morphologie externe) (Pl. I).

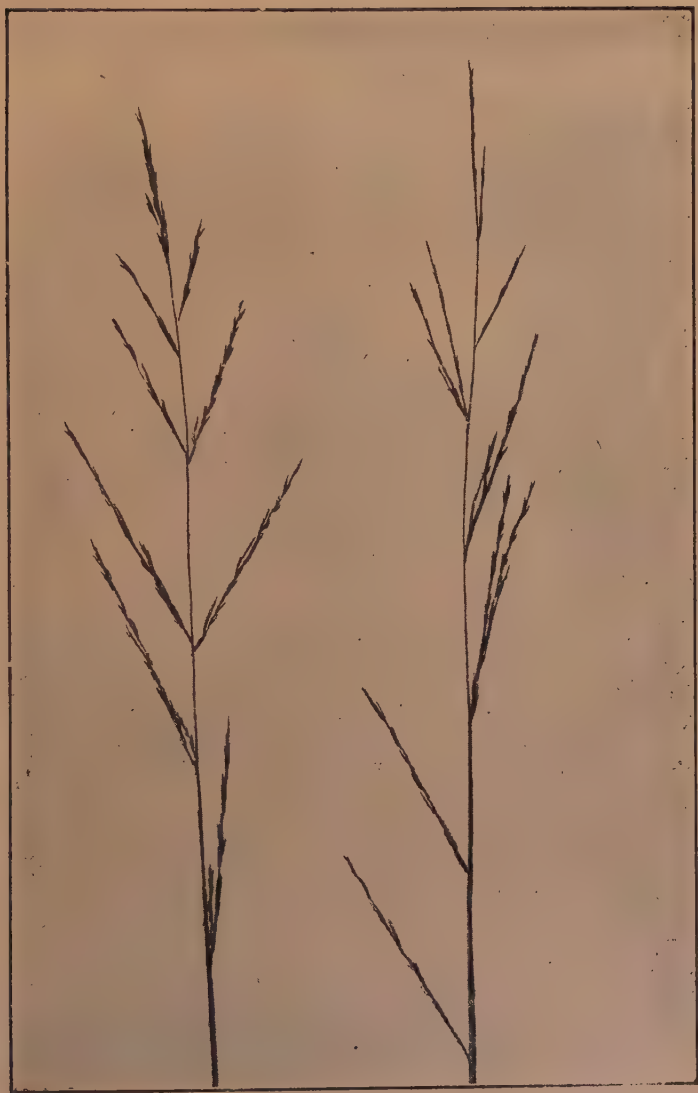
Molinia cærulea est une plante vivace, de 0 m. 40-1 m. 50 de hauteur ; aspect général touffu, cespiteux à la base.

1 - *La racine*, appartient au système fasciculaire, bien développé ; ainsi les racines atteignent jusqu'à 7 cm. de longueur ; elles sont tenaces et fibreuses. Les ramifications secondaires, assez nombreuses. La coiffe et l'assise pilifère n'existent pas (Voir plus loin : Anatomie).

2 - Le *rhizome*, entre 2 pieds voisins, est très court (1-2 cm.), se dressant légèrement à la surface du sol par son extrémité libre. Entre-nœuds très courts (4-8 mm.), quelques-uns épaissis, renferment des réserves cellulósiques. Chaque nœud donne naissance à une petite écaille. Le mode de végétation est sympodique : le sommet du rhizome se relève à la surface du sol pour former une tige aérienne, à la base de laquelle se forment 2 à 3 bourgeons axillaires, qui se développent au printemps suivant, pour produire de nouvelles tiges. La ramification du rhizome est donc une cyme multipare. Le rhizome en se prolongeant par un bout, se détruit par l'extrémité opposée, en dissociant ses branches.

3 - La tige est composée de deux parties bien inégales :

La partie basilaire, cachée parmi les feuilles basilaires, présente une symétrie par rapport à un plan. Elle ne dépasse jamais 7-8 cm., et finit par 2-3 nœuds très rapprochés. C'est le caractère systématique du genre *Molinia*. Chaque nœud produit une feuille, à l'aisselle de laquelle se trouve un bourgeon qui reste



PL. II. — *Equis de Molinia Cærulea Moench*

rudimentaire, non fonctionnel. Les nœuds, enveloppés dans les gaines des feuilles, sont tellement rapprochés, que l'aspect extérieur est celui d'un seul nœud; d'où le nom d'*Enodium cæruleum* donné par GAUDIN (1811), la tige paraissant privée de nœuds sur toute sa longueur.

La *partie supérieure* est constituée par une très longue paille, lisse et souvent nue sur la plus grande partie, parfois couverte jusqu'à la moitié par les gaines des feuilles.

4 - *La feuille*. — La gaine longue, lisse, est fendue. La languette est remplacée par une ligne de poils courts, parfois peu distincts. Le limbe est étroit (4-5 millimètres) avec une nervure médiane blanchâtre. Il reste étalé si le temps est humide; il s'enroule sur lui-même si le temps est sec. Ce mouvement s'opère toujours par le fonctionnement des grandes cellules épidermiques, bulliformes. Les feuilles sont d'une couleur bleue verdâtre, fermes et rudes sur les bords de la moitié supérieure.

5. — *L'épi* (Pl. II) : c'est une panicule violacée ou verdâtre, allongée, jusqu'à 40 cm. de longueur, étroite, rarement étalée, à rameaux principaux ordinairement disposés par deux, dressés, scabres, ceux basilaires encore ramifiés.

Les épillets (Fig. 1) lancéolés, sur des pédoncules, sont plus ou moins allongés, à axe mucronée, et contiennent 2-4 fleurs. Les fleurs supérieures en général sont unisexuées, mâles. Les glumes inégales, 1-nervées (la supérieure un peu plus grande et rarement 3-nervées) sont dépassées par l'ensemble des glumelles. La glumelle supérieure est obtuse bicarénée, échancrée; la glumelle inférieure est 3-nervée, lancéolée. Les glumes, dans la période de bourgeonnement, sont colorées

longueur, est surmonté de deux styles très courts ; chacun des styles est terminé par un stigmate plumeux, également coloré en violet, et très développé (1-3 mm.) par rapport à l'ovaire.

Le nom de l'espèce: *cærulea* est dû à la coloration de l'ensemble des glumes, glumelles, anthères, stigmates. Mais cette coloration dépend aussi des facteurs qui agissent sur le sol et le climat, d'où les variétés à l'épi violet, rouge foncé et même noir-ardoise.

7. - *Caryopse* glabre, oblong-cylindrique ou en fuseau, de 1-2 mm. de longueur et 0,5-1 mm. de largeur ; il n'est pas sillonné.

c) Variétés du type *Molinia cærulea* et leurs caractères.

Molinia cærulea Moench est la seule espèce du genre *Molinia*, au moins dans nos régions. Nous faisons abstraction de l'espèce *M. squarrosa* (*M. Japonica*), qui n'a qu'une localisation très restreinte dans l'Asie orientale.

Pour l'espèce *Molinia cærulea*, il y a vraisemblablement des caractères différents d'un individu à l'autre, variations dues à l'influence du milieu ambiant. Ces caractères peuvent permettre la formation de quelques variétés d'après les dimensions, la largeur des feuilles, la forme de l'inflorescence, ou la coloration des anthères et des stigmates.

Quelques auteurs ont même donné à ces variétés la valeur d'espèces nouvelles. Nous, nous n'admettrons que les variétés et les sous-variétés décrites dans: *Illustrierte Flora von Mittel-Europa*, par G. HEGI (1906).

Var. *genuina* Aschr et Graebner. Epi sensiblement

plus gros, lâche. Les rameaux de l'épi riches en épillets, et dressés en haut. Epillets bleu-ardoises ou un peu violets, rarement vert pâle ou jaunâtres (dans s.-var. *Viridiflora* Lej.) Feuilles de 3-6 mm. de largeur. Variété particulièrement répandue en Suisse.

S.-Var. *obtusa* (*Molinia obtusa* Peterm). Mêmes caractères, mais l'épi plus court. Les glumes sont nettement brunes. Variété des régions sèches.

Var. *robusta* Pral. Feuilles de 6-10 mm. de largeur. Epi, plus de 15 cm. de longueur, gros, dense. Epillets verts. Variété des terrains récemment défrichés.

Var. *subspicata* Figert. Epi étalé en bas. Les rameaux pauvres en épillets, violets. Feuilles de 6 à 10 mm. de largeur, avec les bords rudes; les feuilles basilaires sont velues. Variété peu commune.

Var. *capillaris* Rostrup, mêmes caractères, mais ayant des feuilles étroites et des épillets à 1-3 fleurs. Variété peu répandue dans le Nord de l'Allemagne. (Jutland, Slesvig).

Var. *depauperata* Aschr et Graebner (*Molinia depauperata* Lindl. Var. *minima* Burkh. *Molinia minor*). Tige ne dépassant 20 cm. hauteur, feuilles dépassant peu la surface du sol. L'épi atteint 7 cm. de longueur et porte souvent des ramifications très minces; il est très pauvre en fleurs. Epillets souvent bruns. Variété fréquente dans les Alpes.

Var. *arundinacea* Aschers. (*Molinia arundinacea* Schrank, *Enodium silvaticum* Gaud. *Molinia silvatica* Link). Tige très haute, jusqu'à 150 cm. Feuilles larges, atteignant 9 mm. de largeur. Les rameaux de l'épi sont plus ou moins penchés, les épillets sont souvent verts ou faiblement teintés. Variété des régions humides.

Var. *altissima* Link (var. *littoralis* Host), diffère de la variété précédente, dont elle a le port, par ses feuilles plus larges (un cm.).

C'est la variété la plus fréquente dans les régions marécageuses, au bord des cours d'eau, et c'est elle que nous avons toujours trouvée aux environs de Montpellier.

Var. *pseudo-arundinacea* Murr. Taille à 1-1 m. 5. Epi de 20 cm. de long, très étroit (5-10 mm). Epillets relativement grands; les basilaires ne sont pas violets; les glumelles sont transparentes et d'un brun pâle. Variété habitant toujours les endroits très humides.

Var. *mollis* Harz, tige de 30-35 cm. hauteur. Feuilles très molles de 10-16 cm. de long et 6-8 mm. de large, portant 8-10 nervures très fines. La coloration des feuilles est verte-grisâtre. Epi de 5-9 cm. de long étroit, dense. Glumelles d'un noir rougeâtre foncé. Variété habitant la Bavière (Schliersee).

Var. *Vivipara* Lauge, ayant les épis tout à fait à la base, poussant directement au-dessus des dernières feuilles. Variété des régions très sèches, sur les sols pierreux.

Var. *Olgae* Regel, est une variété à feuilles ridées de blanc. La forme *pallens*, de la même variété possède des épis jaunes. Variété cultivée dans les jardins comme plante ornementale.

B. — AIRE DE DISPERSION ET LOCALISATION

a) *L'aire de dispersion du genre Molinia.*

Cette aire de dispersion est bien étendue puisqu'elle occupe l'Europe, l'Asie tempérée, l'Afrique et l'Amérique boréales.

Sur notre continent, le genre *Molinia* est fréquemment représenté par *M. caerulea*, dans le Nord et dans l'Ouest. Ce genre fait défaut dans le Sud de l'Espagne, de l'Italie et de la Grèce.

Un climat tempéré lui convient toujours mieux.

Molinia caerulea pousse dans les marécages, dans les landes humides, dans les fossés, aux bords des ruisseaux qui, à la suite de précipitations atmosphériques abondantes, inondent parfois au cours de l'année, les terrains avoisinants. On la retrouve également dans les pâturages humides et tardivement fauchés, dans les bois, aux bords des forêts, et on peut la rencontrer sur les Alpes, jusqu'à 2.300 m. d'altitude.

Elle pousse aussi bien sur les sols calcaires, que sur les sols argileux ou siliceux. La constitution géologique du sol, sa composition chimique, l'altitude, les variations de température, peuvent influencer sur le développement de l'espèce et favoriser la formation des variétés; mais ces facteurs ne sont pas capables de faire disparaître l'espèce des terrains où elle a élu domicile.

Cependant, l'humidité du sol semble être le seul facteur qui puisse conditionner le développement de cette espèce; plus le sol est humide, plus la plante se développe.

b) *Localisation du genre Molinia dans la flore languedocienne et roussillonnaise.*

Dans les flores du Gard (De Pouzols, 1857), de l'Hérault (LORET et BARRANDON, 1887), des Pyrénées-Orientales (GASTON GAUTIER), la Molinie bleue est toujours signalée aux bords des ruisseaux à cours torrentiel. Les inondations résultant du débordement de ces ruisseaux transforment souvent les rives en marécages; les racines et les rhizomes de la plante sont ainsi submergés pendant plusieurs mois.

Cette localisation au bord des ruisseaux, est caractéristique en Languedoc et en Roussillon; elle ne subit que de très rares exceptions. On trouve, en effet *M. cærulea* dans les marécages avoisinant les étangs du littoral (Lattes à Maupasse dans l'Hérault; à Aigues-Mortes dans le Gard).

Cette localisation favorise en particulier le développement de la variété *altissima* Link (var. *littoralis*, var. *major*), caractérisée par un port très robuste et une taille atteignant aisément 1 m. 50. Cette variété abonde dans l'Hérault, à Saint-Clément, à Fontfroide, à Grabels, Lavérune, Claret, Lamalou, Avène, Saint-Cinian à Poussaron; elle représente à elle seule, *Molinia cærulea* dans la flore languedocienne. Dans les Pyrénées-Orientales, cette même variété se rencontre, dans les massifs avoisinant l'Ariège et l'Andorre, à Puymorens, Porté, dans la vallée de Campeadoros. On rencontre le type dans la vallée de la Têt, à Fontpédrouse, à Montlouis, et dans le vallon de Moltig.

c) *Caractères phytogéographiques de l'espèce Molinia cærulea et de ses variétés.*

Les associations de *Molinia cærulea* ou *Molinietum*, prennent, dans un grand nombre de régions, une posi-

tion intermédiaire entre les associations des marécages et les associations des prairies plus ou moins humides.

Dans les régions de plaine, on trouve *Molinia cærulea* figurant principalement dans la zone voisine des marécages.

Les plaines ayant une végétation à plantes pileuses, sont souvent des champs à Molinie bleue, au voisinage des ruisseaux torrentiels.

Le plus souvent, nous avons trouvé *Molinia cærulea* var. *altissima* sur des surfaces étendues, comme élément dominant dans les associations de *Molinietum*, accompagnée de plantes caractéristiques des marécages.

Nous donnons ci-après la liste de ces associations en classant les individus d'après un ordre décroissant de fréquence. Cette liste a été dressée sur la station de Montarnaud.

Schoenus nigricans L., *Juncus glauca* Murr., *Carex panicea* L., *Juncus anceps* Laherpe, *Juncus obtusiflorus* Ehrh, *Carex divisa* Huds, *Carex punctata* Caud, *Juncus striatus* Schousboë.

Si l'on se reporte aux travaux de G. HEGI, on peut observer des associations très différentes de celles que nous présentons ci-dessus.

Ainsi cet auteur signale dans les régions sèches, *Molinia cærulea* var. *obtusata* Peterm, associé à *Brachypodium pinnatum*; d'autres espèces xérophyles; *Nardus stricta*, *Agrostis alba*, *Seduma acre*, accompagnent également *Molinia cærulea* sur les terrains secs.

La variété *depauperata* Ascher et Grabner, est fréquente dans les *Molinietum* sous-alpins, associée à

Primula farinosa, *Eriophorum alpinum*, *Polygonum Bistorta*, *Veratrum album*, *Bartsia alpina*, *Ranunculus aconitifolius*, *Sanguisorba officinalis*, etc.

Dans les Alpes, on rencontre *Molinia cærulea* associée à *Calluna vulgaris*, *Juniperus nana*, *Vaccinium Vitis-Idaea*, *V. myrtillus* et *V. uliginosum*, *Carex pallescens*, etc.

D'autres plantes accompagnent les diverses variétés de *Molinia*, dans diverses régions. Ce sont: *Dactylis glomerata*, *Briza media*, *Carex* de diverses espèces, *Iris pseudacorus*, *Inula salicina*, *Caltha palustris*, *Trollius europeus*, *Talictrum flavum*, *Epipactis palustris*, *Orchys latifolia* et *incarnata*, *Platanthera bifolia*, *Colchicum autumnale*, *Eupatorium cannabinum*, *Lytrum Salicaria*, *Spirea Ulmaria*, *Parnassia palustris*, *Gentiana pneumonanthe*, etc., etc.

R. TUXEN (1933) dans une étude paléo-botanique du Hanovre, a observé des caryopses de *Molinia cærulea*, fossilisés et en association avec: *Sphagnum imbricatum*, *S. papillosum*, *S. magellanicum*, *Calluna*, *Eriophorum vaginatum*, *Rhynchospora spec.* et *R. alba*, *Scirpus caespitosus*.

DEUXIEME PARTIE

ANATOMIE

Nous avons essayé de retrouver sur *Molinia cærulea*, les caractères anatomiques propres aux graminées et aux Graminées hydropiles :

1. Tissu lacuneux aérifère de la racine et du rhizome (*Plantes hydrophiles*).

2. Sclérification très avancée dans tous les organes, et formant un système lignifié continu, partant de l'assise périphérique et s'avancant plus ou moins loin vers l'intérieur pour envelopper les faisceaux et les rattacher les uns aux autres.

3. Structure caractéristique du faisceau libéro-ligneux et ramification des faisceaux dans la région des nœuds pour irriguer les feuilles. (*Graminées*). *Molinia cærulea* n'échappe pas à ces caractéristiques. Elle n'en présente que des modalités.

CHAPITRE PREMIER

RACINE

Les coupes pratiquées dans la racine montrent toujours, sauf dans les deux assises externes de l'épiblema, une grande quantité d'amidon transitoire existant même dans les tissus sclérifiés.

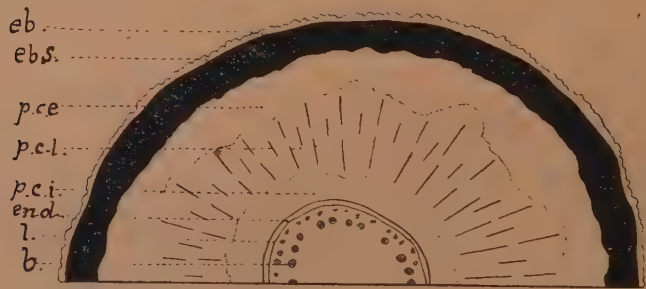


FIG. 2. — Coupe transversale de la racine âgée (Schéma):
eb. épiblema; *eb. s.* épiblema sclérifié; *p.c.e.* parenchyme cortical externe; *p.c.i.* parenchyme cortical lacuneux; *p.c.i.* parenchyme cortical interne; *end.* endoderme; *l.* liber; *b.* bois. Gr. = 1 × 40.

D'autre part, chaque cellule du parenchyme cellulosique est le siège d'un dépôt de cellulose se com-

portant comme matière de réserve, appelée à disparaître en hiver, fait bien observé par J. DUVAL-JOUE (1869), sur les parois cellulaires du *Panicum vaginatum*. Cet auteur a observé le même phénomène sur d'autres Graminées.

Par ailleurs, l'anatomie de la racine entre bien dans le cadre général de l'anatomie des Graminées, mais on observe çà et là des particularités d'un réel intérêt.

L'étude anatomique de la racine (figure 2) comprend l'étude de l'assise pilifère, de l'épiblema, du parenchyme, de l'endoderme, de la vascularisation de la région médulaire, en suivant leurs développements dans toutes les phases d'accroissement.

1. *Assise pilifère*. Elle subit ici une transformation d'ailleurs fréquente chez de nombreuses Graminées, phénomène déjà mentionné par Van TIEGHEM (1891). Elle n'est pas différenciée en poils absorbants. Les cellules de l'assise pilifère, dans leur jeune âge, gélifient souvent sur leur face extérieure, la région de leur membrane en contact avec le sol (Graminées, Cypéracées). Cette couche mucilagineuse provoque une élimination continue de cette région. Le mucilage des cellules âgées est dissous par l'eau d'imbibition du sol.

2. *Epiblema*. Il existe sur toute la longueur de la racine. Constitué par une seule assise peu subérifiée dans les radicelles très jeunes (Fig. 3, eb), il présente deux assises à un âge plus avancé. L'assise externe à cellules régulières et peu subérifiée ; l'assise interne est à parois plus épaisses. Enfin, dans une racine adulte, l'épiblema est constitué par 6-7 couches de cellu-

les dont la lignification va en s'accusant depuis l'extérieur jusqu'aux assises les plus profondes, qui se transforment en sclérenchyme compact.

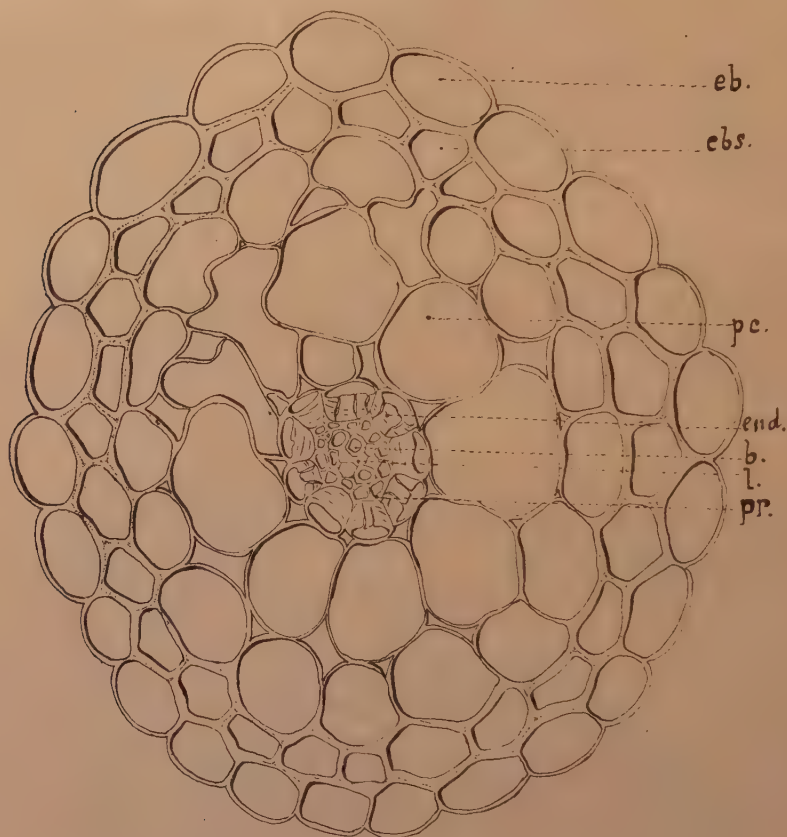


FIG. 3. — Coupe transversale d'une jeune racine (diam. = 200 μ): *eb.* épibléma; *eb. s.* épibléma en voie de sclérisation; *p.c.* parenchyme cortical; *end.* endoderme; *pr.* péricycle; *l.* liber; *b.* bois. Gr. = 1 $\times$ 460.

3. *Parenchyme cortical.* Il est constitué par deux couches de cellules dans les radicelles très jeunes, et par trois couches dans les régions un peu plus âgées. Dès leur jeune âge, ces cellules ont une différenciation remarquable. Cette différenciation aboutit au

parenchyme de la racine adulte dont il est nécessaire de résumer les caractéristiques :

a) *L'assise externe* (sous-jacente à l'épiblema) est formée par des cellules isodiamétriques ou ovales,

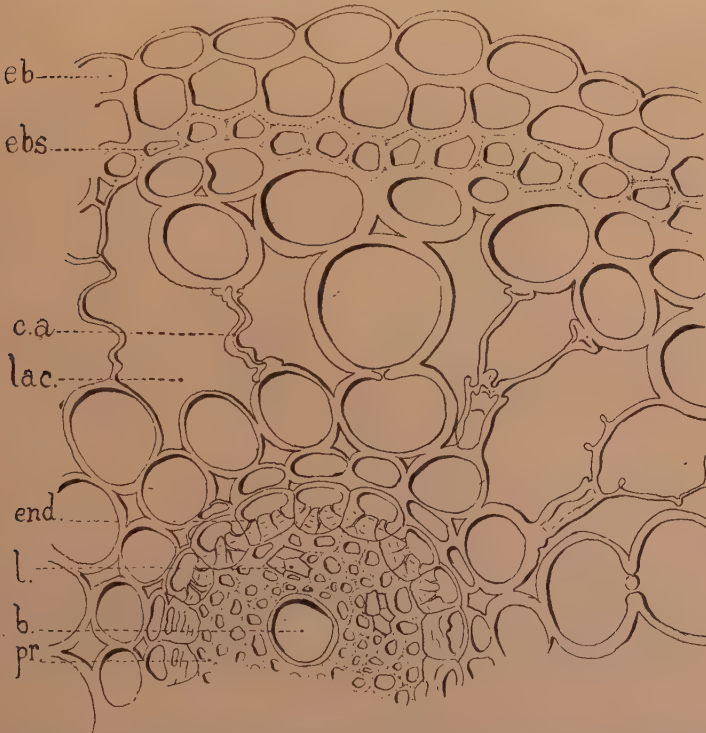


FIG. 4. — Coupe transversale d'une radicelle (diam.: 340 μ).

Formation du tissu lacunaire cortical (décollement des membranes cellulaires): *eb.* épiblema; *eb. s.* épiblema sclérifié; *c. a.* cellules du parenchyme à parois minces et aplaties; *lac.* lacune corticale; *end.* endoderme canaliculé; *l.* liber; *b.* vaisseau de bois central; *pr.* péricycle.
Gr.: = 1 $\times$ 640.

semblables entre elles. Par l'accroissement ultérieur, elle se transforme en une zone comprenant 6-7 couches plus ou moins régulièrement disposées, pourvues de grands méats, si bien que chaque cellule a un

contour ondulé. L'ensemble rappelle le tissu étoilé des Graminées aquatiques et des Joncacées (*Glyceria*

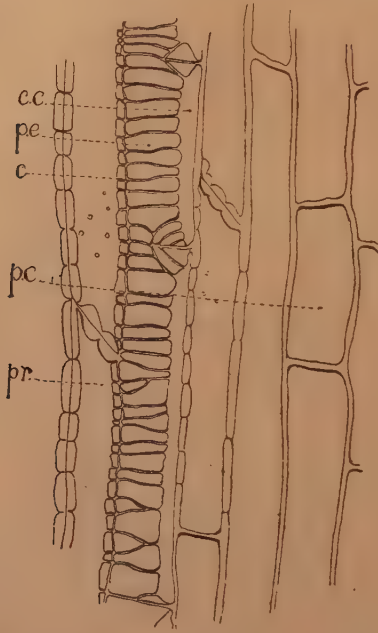


FIG. 5. — Coupe longitudinale de l'endoderme radiculaire: c.c. cavité cellulaire endodermique; p. e. paroi épaissie de la cellule endodermique; c. canalicule; p.c. parenchyme cortical; pr. péricycle. Gr. = 1×330 .

aquatica, *Arundo phragmites*, *Juncus*, J. DUVAL-JOUE (1871). C'est le *parenchyme externe* (Fig. 6, p. c. e.).

b) L'assise médiane du parenchyme de la jeune radicule comprend de grandes cellules à contour irrégulier, plus ou moins allongées radialement. Cette assise, par son développement ultérieur, formera le *parenchyme médian lacuneux* de la racine adulte. Une jeune racine (Fig. 4, c. a.) montre déjà un décollement radial entre les cellules; un début de destruc-

tion de quelques rangées se produit bientôt, s'effectuant toujours en sens radial.

Dans une racine adulte, cette structure a pris un état définitif; des rangées de cellules complètement mortifiées, alternent avec les rangées vivantes, qui

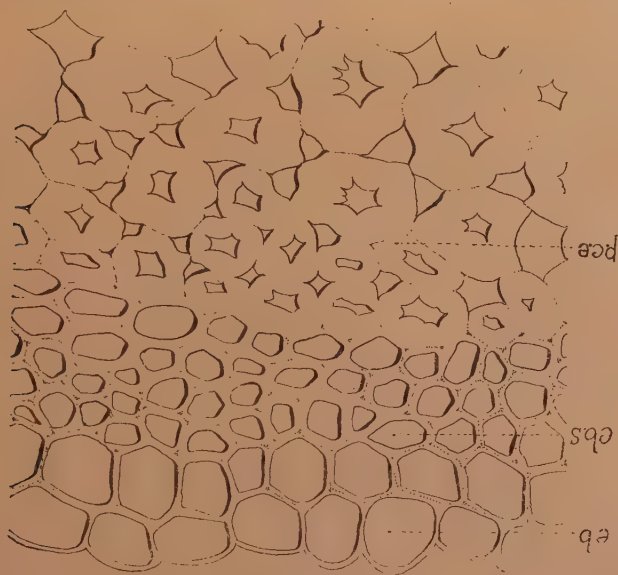


FIG. 6. — Coupe transversale de la racine; région périphérique: *eb.* épiblema; *eb. s.* épiblema sclérifié; *p.c.e.* parenchyme cortical étoilé. Gr. = 1×460 .

réunissent le parenchyme interne au parenchyme externe. Ces travées apparaissent comme des piliers de soutien. (Fig. 7, pl.).

Par suite, de grandes lacunes aérifères prennent naissance; les parois des cellules flétries, s'aplatissent les unes contre les autres en formant dans les lacunes, une série de lamelles verticales, disposées radialement. Ce fait a déjà été mentionné par VAN TIEGHEN (1891). On peut observer sur la même racine, à des âges différents et sur des coupes longitudinales, toutes

les phases correspondant à l'évolution de ce tissu aérifère.

c) *Assise interne.* — Très peu différenciée dans une radicelle jeune, elle acquiert bientôt des caractéristiques notables. Elle se compose alors de cellules

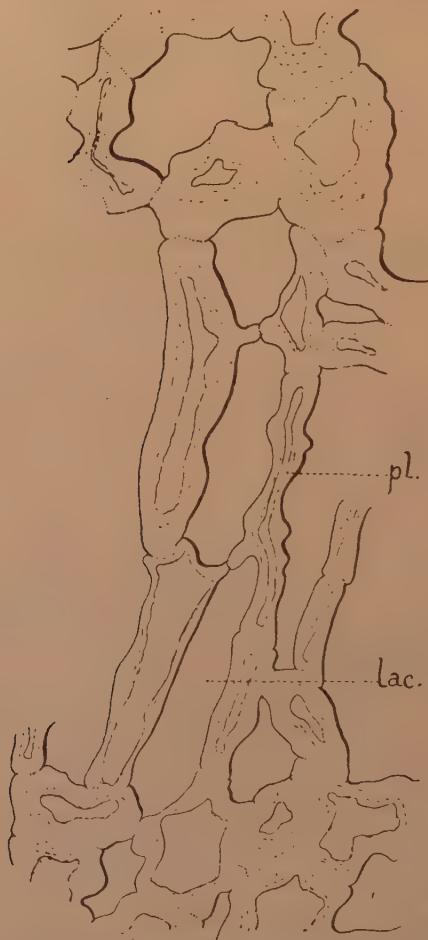


FIG. 7. — Coupe transversale de la racine; parenchyme corticale lacuneux: *pl.* pilier formé par cellules mortifiées; *lac.* lacunes: *pl.* pilier formé par cellules mortifiées; *lac.* lacune. Gr. = 1 × 460.

rondes enveloppant l'endoderme. Puis, en s'accroissant elle formera une zone de 4-5 rangées de cellules à méats plus ou moins grands, et présentant vers la région externe l'aspect d'un tissu étoilé (Fig. 8, p. i. e.).

4. *Endoderme*. — Il s'organise bien avant la vascularisation et les épaisissements si caractéristiques de ses parois radiales apparaissent très tôt (Fig. 3 et 4 end.). Ces épaisissements atteignent également la

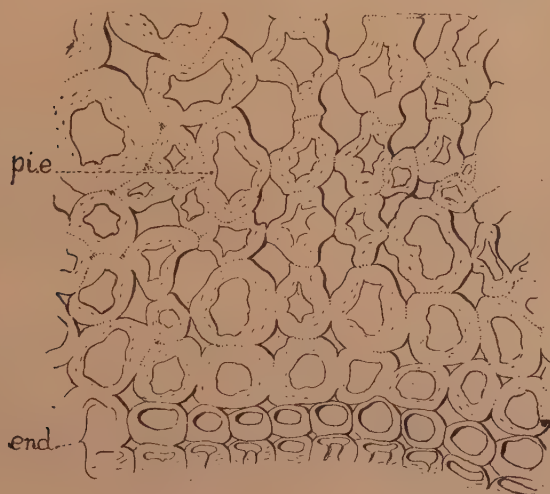


FIG. 8. — Coupe transversale de la racine; parenchyme cortical interne; *p. i. e.* parenchyme interne étoilé; *end.* endoderme dédoublé. Gr. = 1×460 .

paroi tangentielle interne; seule, la paroi externe reste mince. Devant l'épaississement des trois parois, latérales et internes, la cavité cellulaire se réduit, tandis que des canalicules apparaissent dans l'épaisseur de la membrane; ils atteignent le péricycle, et établissent ainsi des communications entre les cellules endodermiques et les cellules péricycliques.

Un dédoublement de l'endoderme a lieu bientôt et, dans les racines adultes (Fig. 8, end.) on observe

toujours une deuxième assise endodermique à parois moins épaisses que la première. Toutes ces cellules sont allongées parallèlement à l'axe de la racine, comme le montre les coupes longitudinales (Fig. 5).

5. *Péricycle*. — Déjà différencié dans les jeunes radicelles, il apparaît composé d'une assise régulière à parois sclérifiées, délimitant bien le cylindre central.

6. *Tissu vasculaire*. — Peu après la différenciation de l'endoderme, apparaissent aux dépens de deux cordons procambiaux, deux ou trois hydrocytes placés sur un plan diamétral (Fig. 3). Le liber s'organise en formant quatre faisceaux périphériques, appuyés contre le péricycle (Figure 4, l.). Puis les hydrocytes se réunissent en un seul vaisseau central, largement béant. (Fig. 4, b.).

A un âge plus avancé, les faisceaux libériens se multiplient, le vaisseau de bois central est obstrué par un tissu scléreux et de nouveaux vaisseaux apparaissent vers la périphérie en alternance avec les faisceaux libériens. Mais, tandis que les faisceaux libériens restent appliqués contre le péricycle, le tissu vasculaire ligneux gagne vers la profondeur.

Plus tard, au cours de l'accroissement de la racine, tous les faisceaux se diviseront, mais dans la racine adulte, le nombre des faisceaux libériens sera toujours deux fois plus élevé que celui des faisceaux de bois. L'alternance des faisceaux de liber et de bois n'existe donc plus; on a deux cycles différents: un externe, l'autre interne. Chaque faisceau ligneux n'est représenté que par un seul vaisseau d'un grand diamètre, toujours entouré de fibres ligneuses.

Le tissu vasculaire est noyé dans un tissu scléreux à membrane fortement épaissie, formant un anneau continu autour de la région médullaire.

7. *Moelle*. — La moelle de la racine adulte est sclérifiée, mais les parois de ses cellule sont moins épaissies que celles de la zone vasculaire. La lignification y est très nette.

CHAPITRE II

RHIZOME

Le rhizome est formé de tissu bourré d'amidon, avec des parois cellulaires épaissies, et susceptibles de jouer le rôle de matière de réserve. La structure générale répond, dans ses grandes lignes, à celle de la racine.

La présence des écailles sur les nœuds détermine une architecture anatomique qui, sur les régions nodales est différente de la structure des régions internodales.

I. — REGION INTERNODALE

1. *Epiblema*. — Il est constitué par 3-4 assises dont la plus externe à tous les caractères d'un épiderme ; on y observe même des stomates non fonctionnels. Les assises sous-jacente sont constituée par des cellu-

les scléreuses, s'étageant jusqu'au parenchyme cortical. (Fig. 9, eb.).

2. *Parenchyme cortical.* — Il présente la même structure que la racine, avec ses trois régions: externe, médiane-lacuneuse, interne. Mais tout ce tissu cortical



FIG. 9. — Coupe transversale du rhizome; région internodale (Schéma): *eb. s.* épiblema scléreux; *p. c.* parenchyme cortical; *pl.* parenchyme lacunaire; *end.* endoderme; *f. l. l.* faisceau libero-ligneux; *sc.* sclérenchyme périfasciculaire; *lac.* lacune centrale, Gr. = 1 × 48.

est plus mince que dans la racine, ce qui entraîne un développement beaucoup plus considérable du cylindre central.

3. *Endoderme.* — Irrégulièrement dédoublé, il est du type radiculaire, à cellules fortement lignifiées.

4. *Péricycle*. — Il est moins apparent que dans la racine et se confond avec le tissu très compact péri-vasculaire.

5. *Tissu vasculaire* (Fig. 10). — Il comprend plusieurs cycles de faisceaux libéro-ligneux disposés sans régularité. Chaque faisceau collatéral peut avoir

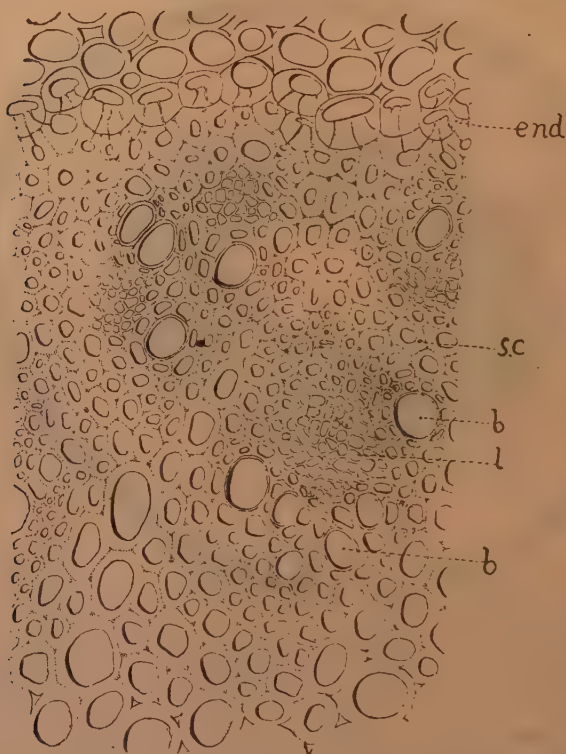


FIG. 10. — Coupe transversale du rhizome; cylindre central: *end*, endoderme dédoublé; *sc*, sclérenchyme périfasciculaire; *l*, liber; *b*, bois. G. = 1×400 .

son métaxylème superposé, mais chacun peut devenir un faisceau concentrique avec le bois périphérique. Il est facile d'observer tous ces stades intermédiaires sur une seule coupe transversale; leur évolution s'ef-

fectuant de la périphérie vers le centre. D'après CHAUDAT (1911), cette disposition peut être expliquée comme suit:

« Chez les Monocotylédonée, le cordon ligneux est souvent en divergent, le métaxylème s'étalant, produit de gros vaisseaux à ponctuations aérolées, qui, se superposant en deux ailes, remontent parfois le long du cordon de phloème et, *dans les rhizomes*, finissent souvent par l'entourer complètement; le faisceau paraît alors concentrique, mais en réalité, il s'est développé en boucle ».

Le tissu vasculaire est noyé dans un tissu scléreux très abondant et constituant la majeure partie du cylindre central.

6. *Région médullaire.* — Dans la région centrale, le tissu scléreux est de moins en moins lignifié et se transforme en un parenchyme cellulosique amylofère. Il circonscrit une lacune centrale assez réduite.

II. — REGION NODALE

Elle diffère de la précédente par la présence d'une zone collenchymateuse au-dessous de l'épiblema. Ce collenchyme est discontinu (Fig. 11, col.), il forme des plages correspondant aux points de formation des écailles. Ce collenchyme se sclérifie rapidement, il reste criblé de nombreux méats qu'un épaissement rapide et incomplet de la membrane cellulaire n'a pas permis de combler.

Chaque écaille porte de quatre à cinq faisceaux foliaires non fonctionnels (Fig. 11, f. f.). A leur ori-

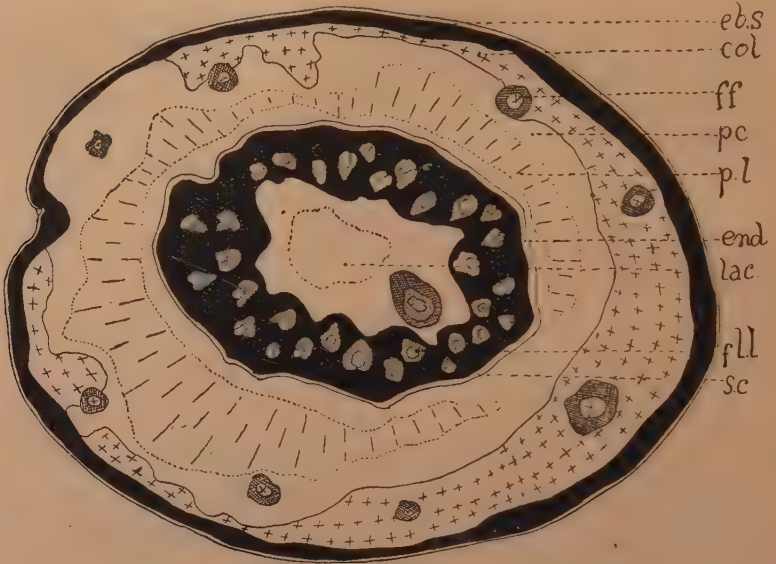


FIG. 11. — Coupe transversale du rhizome; région nodale (Schéma): *eb. s.* épiblema sclérifié; *col.* collenchyme lignifié; *ff.* faisceau foliaire non fonctionnel; *p.c.* parenchyme cortical; *p.l.* parenchyme lacunaire; *end.* endoderme; *lac.* lacune centrale; *f. ll.* faisceau libero-ligneux;; *sc.* sclérenchyme périfasciculaire. Gr. = 1×48 .

gine, dans la région internodale, ces faisceaux, en se détachant du cylindre central, emportent avec eux un fragment d'endoderme de la stèle (Fig. 12); puis au cours de leur cheminement dans l'écorce, ce lambeau d'endoderme type radiculaire, s'atténue et disparaît (Fig. 13). Il est remplacé par un tissu endodermique banal ayant perdu tous les caractères de l'endoderme initial (Fig. 14).



FIG. 12. — Faisceau foliaire non fonctionnel se détachant du cylindre central: *end.* endoderme; *l.* liber. Gr. = 1×500

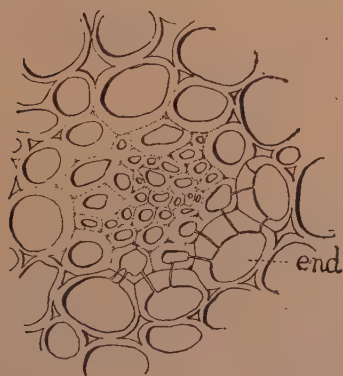


FIG. 13. — Faisceau foliaire non fonctionnel avec un reste d'endoderme type radiculaire (*end.*) Gr. = 1×460 .

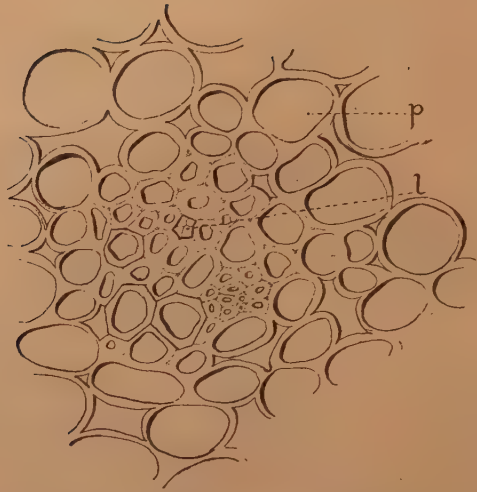


FIG. 14. — Faisceau foliaire non fonctionnel ayant perdu son endoderme type radiculaire: *l.* liber; *p.* parenchyme.
Gr. = 1×460 .

CHAPITRE III

TIGE

Au point de vue anatomique, la tige présente trois régions distinctes en relation étroite avec la morphologie de ses appareils: régions basilaire, nodale et supernodale.

I. — REGION BASILAIRE

Indépendamment du système vasculaire, cette région présente des tissus gorgés d'amidon avec cellules à parois cellulósiques fortement épaissies. La structure rappelle celle du rhizome.

1. *Epiderme*. — Petites cellules très réduites.

2. *Zône scléreuse*. — Elle s'étend sur deux à trois assises qui s'amincissent sur la face plane de la tige, et se développent, au contraire, dans toute la région centrale qu'elle contribue à former (Fig. 15 s. c.).

3. *Parenchyme cortical.* — Il présente toujours les trois zones du tissu cortical de la racine et du rhizome ; mais ces trois zones sont beaucoup plus réduites.

4. *Tissu vasculaire.* — Il comprend trois cycles des faisceaux nettement distincts ; les deux cycles exter-

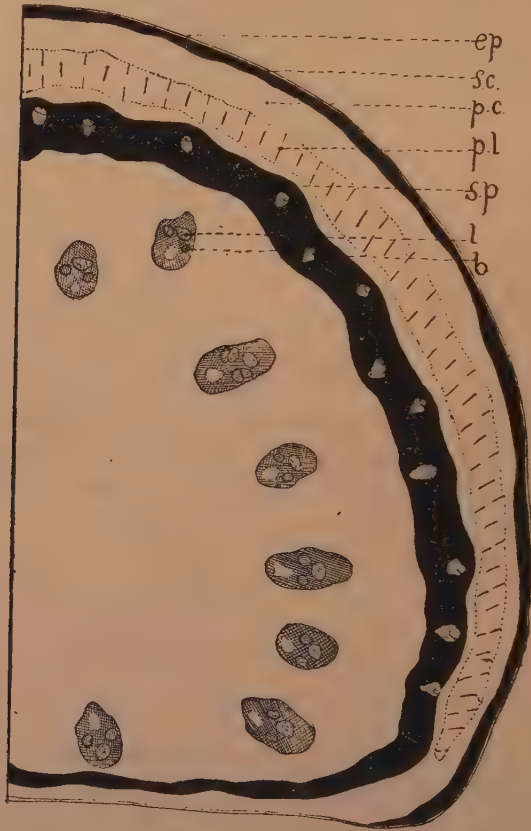


FIG 15. — Coupe transversale de la tige ; région basilaire (Schéma) : *ep.* épiderme ; *sc.* sclérenchyme cortical ; *p.l.* parenchyme lacuneux ; *s. p.* sclérenchyme parifasciculaire ; *l.* liber ; *b.* bois ; Gr. = 1×48 .

nes, noyés dans du sclérenchyme, sont discontinus sur la face plane. Ils comprennent des faisceaux libéro-ligneux, beaucoup plus réduits que ceux du cycle

interne. Ce dernier est continu, forme de grands faisceaux collatéraux répondant bien aux caractéristiques des faisceaux libéro-ligneux des Glumiflores. Ils sont noyés dans du parenchyme conjonctif.

5. *Moelle*. — La région médullaire est formée par un parenchyme à parois épaisses (réserves cellulositiques) ; la partie centrale de la moelle est occupée par une lacune de dimensions variables, et qui fait défaut au voisinage du plan de l'insertion de la tige sur le rhizome.

II. — REGION NODALE

Cette région correspond à la zone limite de l'accumulation de l'amidon. C'est la région la plus intéressante car elle caractérise le genre *Molinia*. C'est aussi la plus complexe par le rapprochement de deux ou trois nœuds qui déterminent une division et un cheminement très particulier des faisceaux libéro-ligneux.

Pour rendre plus compréhensible l'étude anatomique de cette région, il a paru nécessaire de diviser les faisceaux libéro-ligneux circulant dans la région nodale, en trois catégories : *Cycle externe*, *Cycle médian*, *Cycle interne*.

Des coupes en série, transversales et longitudinales ont permis de reconstituer le cheminement de ces faisceaux ; il est schématisé dans la figure 16.

1. *Cycle externe*. — Ce sont de petits faisceaux dont le rôle paraît secondaire et transitoire (Fig. 16, I.). Seules, les deux premières gaines foliaires reçoivent les

ramifications des faisceaux de ce cycle; mais à peine ont-elles pénétré dans les gâines, *ces ramifications disparaissent*. Les rameaux restés dans la tige continuent

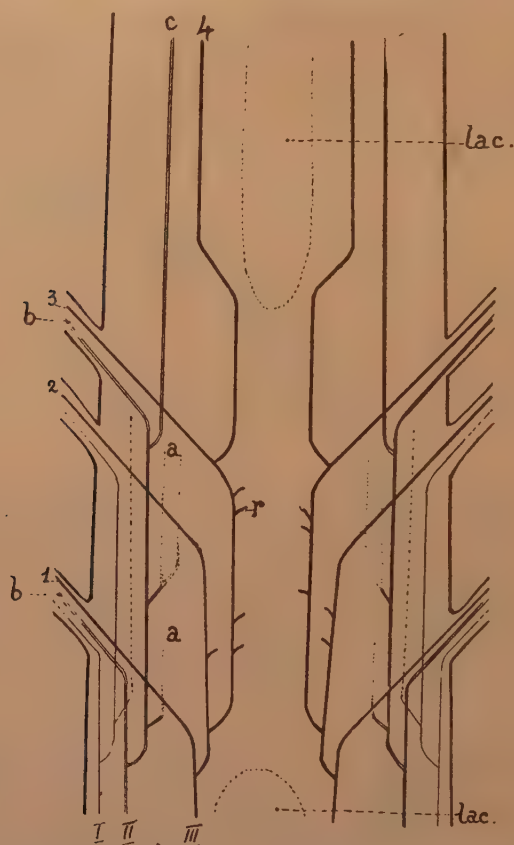


FIG. 16 — Vascularisation de la tige au niveau des nœuds. (Schéma). Tige à trois feuilles: I, II, III, les trois catégories de faisceaux libéro-ligneux a, b, c, ramifications du faisceau II, 1, 2, 3, 4, ramifications du faisceau III. Les faisceaux transversaux qui se détachent des faisceaux principaux, dans la région nodale, sont représentés seulement par leur début (r).

à cheminer parallèlement à l'axe, mais ils ne franchissent pas le troisième nœud au niveau duquel ils

disparaissent à leur tour. Il semblerait que leur rôle soit limité au soutien de la vascularisation pendant la division des grands faisceaux du cycle interne.

2. *Cycle médian.* — Les faisceaux qui constituent ce cycle (Fig. 16 II) donnent naissance à trois types de ramifications:

a) ramifications qui disparaissent avec la région nodale (Fig. 16, a);

b) ramifications qui s'insinuent dans la première et la troisième gaine, puis disparaissent presque aussitôt après (Fig. 16, b).

c) rameaux qui pénètrent dans la tige, continuent leur course parallèlement à l'axe, puis se rejettent à l'extérieur pour former au-dessus de la région nodale, le cycle vasculaire externe de la tige (Fig. 16, c.)

3° *Cycle interne.* — Il est formé de gros faisceaux jouant, pour la vascularisation, le rôle principal. En suivant la course d'un de ces faisceaux, on le voit au-dessous du niveau de la première gaine (Fig. 16, III); se diviser en deux branches:

l'une est destinée à l'irrigation de la feuille et elle s'élance immédiatement dans la première gaine (Fig. 16; 1);

l'autre s'infléchit vers la moelle et se divise à nouveau en deux rameaux. L'un de ces rameaux secondaires est destiné à la deuxième gaine et à la feuille correspondante (Fig. 16 ; 2). L'autre, plus interne, demeure dans la tige, continue sa course dans la moelle, se divise à son tour donnant à nouveau une ramification pour la troisième gaine (Fig. 16; 3), tandis que le rameau interne continuant sa course dans la moelle, pénétrera dans la région supernodale de la tige et con-

tribuera à former le système vasculaire de cette région (Fig. 16; 4).

Il faut observer que chaque infléchissement du faisceau vers la région médullaire correspond à un entrenœud, d'ailleurs très court. Chaque modification dans la structure vasculaire au niveau d'un nœud est suivie rapidement, et sur le très court espace inter-nodale, par une réorganisation totale qui prépare un nouveau cycle destiné à la gaine suivante.

A ce système déjà si complexe, viennent s'ajouter de petits faisceaux *transversaux* qui, au niveau des nœuds s'entremêlent, passent d'un faisceau à l'autre, pour former une sorte de diaphragme cloisonnant la moëlle de deux entrenœuds. Ce fait est mentionné par G. HEGI (1906, p. 166) à propos de sa description de l'anatomie générale des Graminées.

III. — REGION SUPERNODALE

Cette région dénudée, rappelle par sa structure les caractères anatomiques du chaume des Graminées. (Fig. 17).

1° *Epiderme*. — Il est formé de cellules à parois sclérifiées; la paroi externe épaissie et bombée, est enduite d'un revêtement de silice assez important. Dans ce tissu épidermique sont implantés des stomates du type « Graminées » avec leurs deux cellules ostéolaires et les deux cellules péristomatiques (Fig. 18, s). Nos observations confirment celles de J. DUVAL-JOUVE (1871) et nos connaissances sur la structure et le fonctionnement des stomates chez les Graminées.

2° *Tissu sclérifié.* — Ce tissu forme une lame ininterrompue depuis l'épiderme jusque dans la profondeur du cylindre central. Sous l'épiderme, de place en place, il englobe de petites plages de parenchyme cellu-

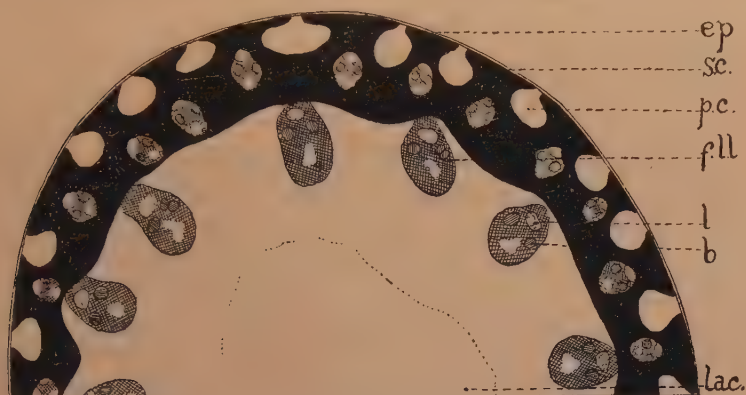


FIG. 17. — Coupe transversale de la tige, région supernodale. (Schéma); *ep*, épiderme; *sc* sclérenchyme cortical, *p. c.* parenchyme cortical; *f. ll.* faisceau libero-ligneux; *l.* liber; *b.* bois; *lac.* lacune. Gr. = 1×48 .

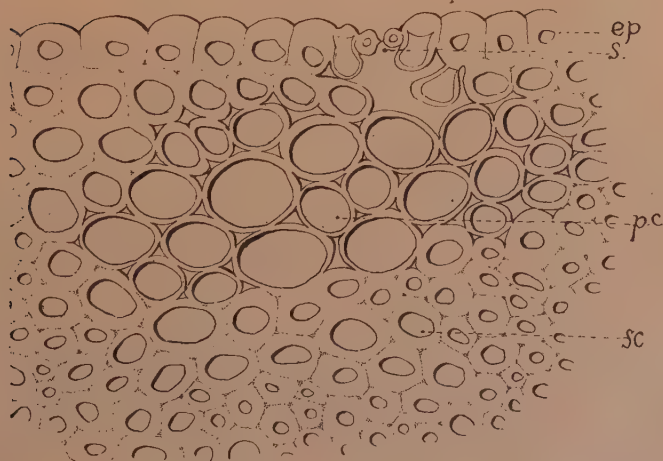


FIG. 18. — Coupe transversale de la tige; région périphérique; *ep*, épiderme; *s.* stomate; *p. c.* parenchyme cortical lacuneux; *sc*, sclérenchyme cortical. Gr. = 1×460 .

losique lacuneux en relation avec les stomates (Fig. 18, p. 1.); d'autre part, dans la zone corticale, il présente un cycle de petits faisceaux libéro-ligneux.

Cette structure est aussi mentionnée par GAIN et Brocq-Rousseau (1912) dans leur *Traité des Foins* (p. 490), à propos de l'anatomie des Graminées fourragères en vue de l'expertise des foins.

3° *Tissu vasculaire.* — Le tissu vasculaire est constitué par deux cycles de faisceaux libéro-ligneux, du type Glumiflore (Collatéral fermé), comprenant un premier cycle noyé dans le tissu scléreux précité, et un deuxième cycle, interne, à faisceaux volumineux enveloppés de parenchyme conjonctif (Fig. 17; f. II.)

Chaque faisceau libéro-ligneux est constitué par un cordon libérien ou par quelques tubes criblés, qui sont toujours accompagnés de 4 cellules annexes. Le protoxylème est réduit à deux vaisseaux, comme le métaxylème, représenté par deux grands hadrocytes ponctués, entourés de fibres ligneuses.

Le tissu ligneux forme deux lames assemblées en V; on observe entre les branches du V quelques petits vaisseaux réticulés ou ponctués. Le protoxylème est noyé dans un tissu parenchymateux fasciculaire, dans lequel se différencie une lacune, largement béante et dans laquelle on peut parfois reconnaître des fragments d'anneau sclérifié correspondant au tube du protoxylème qui par développement exagéré a donné naissance à cette lacune. Cette formation est bien connue chez les Monocotylédones, chez des Dicotylédones aquatiques, chez les Equisétacées. Elle paraît correspondre ici à un tube aérifère, à la formation duquel viennent d'ailleurs collaborer les cellules parenchymateuses voisines. La gaine scléreuse disposé sur

deux ou trois assises enveloppant le cordon vasculaire, présente quelques méats qui témoignent de la sclérisation accélérée de ce tissu, dès sa formation.

4° *Parenchyme médullaire*. — Il n'est pas amylofère, mais cellulosique à parois minces; il aboutit à une lacune qui occupe à peu près un tiers du diamètre total de la tige.

CHAPITRE IV

FEUILLE

Le limbe et la gaine qui le porte sont parcourus par des longues stries parallèles, dirigées suivant le grand axe de ces organes. Cette striation apparente sur les deux faces de la gaine et du limbe est beaucoup plus accusée sur ce dernier. Elle est particulièrement apparente, et sans intervention d'appareils d'optique, à la face supérieure (interne) du limbe. Cette striation correspond à une anatomie assez spéciale de ces deux régions de la feuille.

Le parenchyme intercalé entre les deux épidermes est, dans la gaine et dans la feuille, entrecoupé par de lames scléreuses, courant parallèlement à l'axe de la feuille. Ces lames dans les coupes transversales, se présentent comme des piliers régulièrement espacés, s'étendant d'un épiderme à l'autre et paraissant tou-

jours prendre un large point d'appui sur l'épiderme inférieur, externe. (Fig. 19 et 21 ; f. v.)

Dans ces lames scléreuses, et dans elles seules, circulent les cordons vaculaires libéro-ligneux, si bien que ces lames scléreuses apparaissent comme une extension de la gaine scléreuse normale des faisceaux ; elles sont appelées à jouer ici le rôle d'une puissante

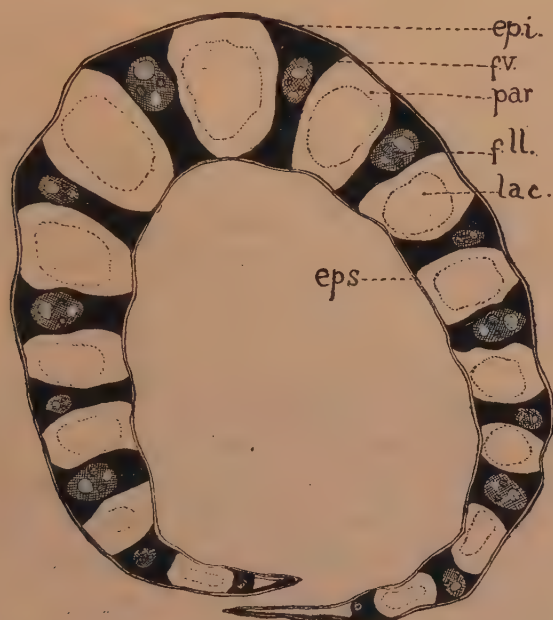


FIG. 19. — Coupe transversale de la gaine foliaire (Schéma) : *ep. i.* et *ep. s.* épidermes inférieur et supérieur ; *f. v.* lame fibro-vasculaire ; *par.* parenchyme ; *f. ll.* Faisceau libéro-ligneux ; *lac.* lacune. Gr. = 1×48 .

charpente, s'opposant à l'écrasement, mais permettant les mouvements d'enroulement de la feuille suivant les conditions atmosphériques. Entre ces lames fibro-vasculaires s'étalent des lames de parenchyme chlorophyllien plus ou moins lacuneuses dans leur région profonde.

Les lames fibro-vasculaires correspondent à la partie saillante des stries parcourant le limbe et la gaine, les régions parenchymateuses correspondent aux sillons qui séparent les stries. Ce dispositif n'est pas particulier à *Molina caerulea*. Fréquent chez les Monocotylédones, il est maintes fois observé dans les feuilles des Graminées.

I. — GAINÉ

1° *Epidermes*. — L'épiderme supérieur (interne) est différent de l'épiderme inférieur (externe).

En effet, tandis que l'épiderme inférieur (Fig. 20; ep. i) est fortement incrusté de lignine et pourvu d'une cuticule différenciée, l'épiderme interne (Fig. 20; ep. s) est cellulosique, un peu aplati, sans cuticule apparente. Les membranes radiales de ces épidermes seules, sont lignifiées (Fig. 20, lig.); cette incrustation de lignine leur communique une rigidité qui s'oppose à leur écrasement contre la tige, et nous retrouvons cette même incrustation des membranes radiales sur les premières assises du parenchyme sous-jacent.

Cet épiderme ne présente pas de stomates.

L'épiderme inférieur est formé de petites cellules à parois lignifiées et régulièrement épaissies sur tout leur pourtour. Les parois radiales se prolongent à l'extérieur par une courte saillie qui paraît renforcer la rigidité de ce tissu (Fig. 20; cr.). En face des lames fibro-vasculaires, le lumen de ces cellules est réduit. Cet épiderme présente au niveau des lames de parenchyme, et là seulement, des stomates (Fig. 20; s.) dont les cellules stomatiques sont comprimées dans l'épiderme. Les cellules sous-stomatiques sont peu distinctes.

2° *Parenchyme assimilateur*. — Il est réduit à deux ou trois assises de cellules assez régulièrement disposées sous l'épiderme supérieur (Fig. 20; p. as), mais sur sa plus grande étendue, il s'est résorbé et a donné

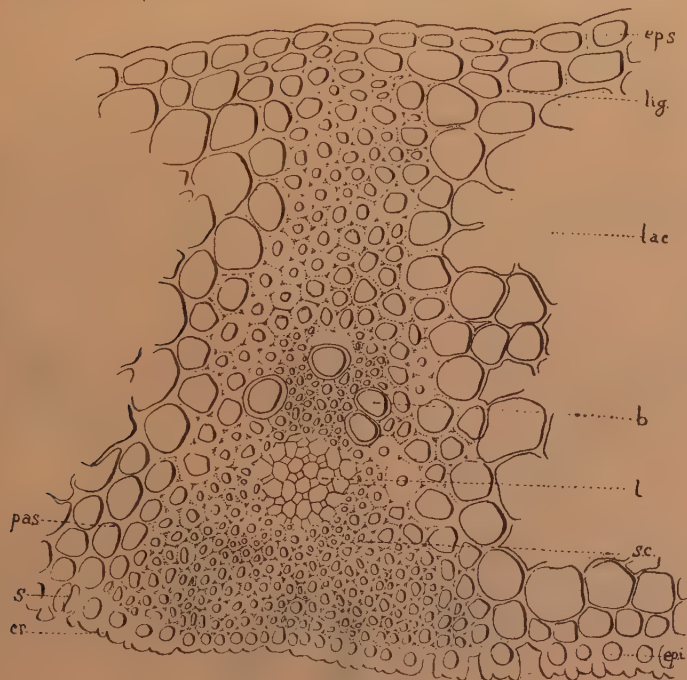


FIG. 20. — Coupe transversale de la gaine foliaire: *ep. s.* et *ep. i.* épidermes supérieur et inférieur; *lig.* paroi radiale lignifiée; *lac.* lacune; *l.* liber; *b.* bois; *sc.* sclerenchyme; *p. ass.* parenchyme assimilateur; *s.* stomate; *sr.* Saillie de la membrane radiale épidermique. Gr. = 1 × 250.

naissance à une grande lacune d'origine lysigène qui s'étale presque au contact de l'épiderme inférieur (Fig. 20; lac).

3° *Lame fibro-vasculaire*. — Leur section trassversale est plus ou mins triangulaire (Fig. 19 ; f. v.). C'est

un assemblage de fibres et de sclérites, béantes dans la région supérieure, étroites et à lumen ponctiforme parfois, dans la région inférieure, au voisinage de l'épiderme externe. Les faisceaux libéro-ligneux, qui les parcourent ne présentent rien de spécial ; ils sont inclus dans le tiers inférieur de la lame.

II. — LIMBE

Les différenciations structurales existant entre le limbe et la gaine résident presque entièrement dans la

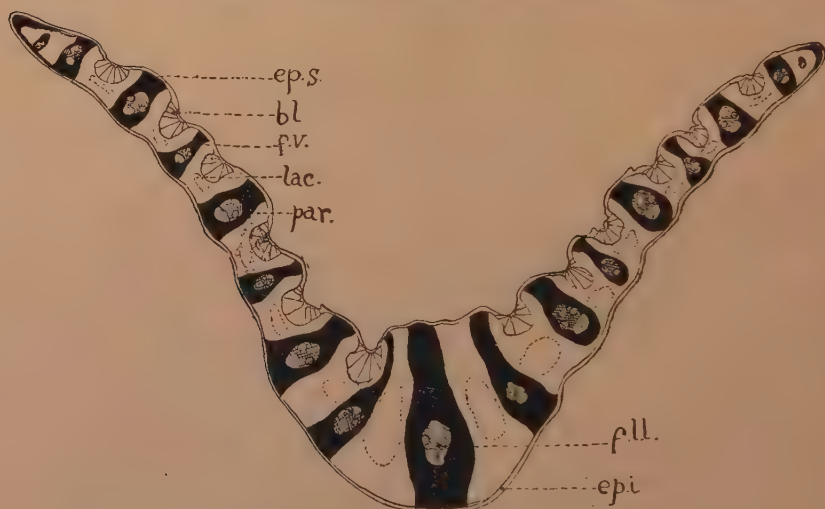


FIG. 21. — Coupe transversale du limbe (Schéma): *ep. s.* et *ep. i.* épidermes supérieur et inférieur; *bl.* cellules bulles-formes; *f. v.* lame fibro-vasculaire; *lac.* lacune; *par.* parenchyme; *f. ll.* faisceau libéro-ligneux. Gr. = 1×48.

structure des épidermes comme le montrent les dessins (Fig. 20 et 22), on ne rencontre pas dans le parenchyme ou dans les lames fibro-vasculaires de ces deux régions, une différence notable. Les lames fibro-vasculaires ont tout au plus une sclérification plus avan-

cée, le lumen des fibres est plus réduit; le parenchyme placé en alternance des lames fibro-vasculaires, montre la même lacune centrale d'origine lysigène, lacune qui peut manquer dans la bordure du limbe.

L'épiderme supérieur (Fig. 22; ep. s), est bien différent de l'épiderme supérieur de la gaine. Entièrement lignifié il est constitué, sur les crêtes formés par les

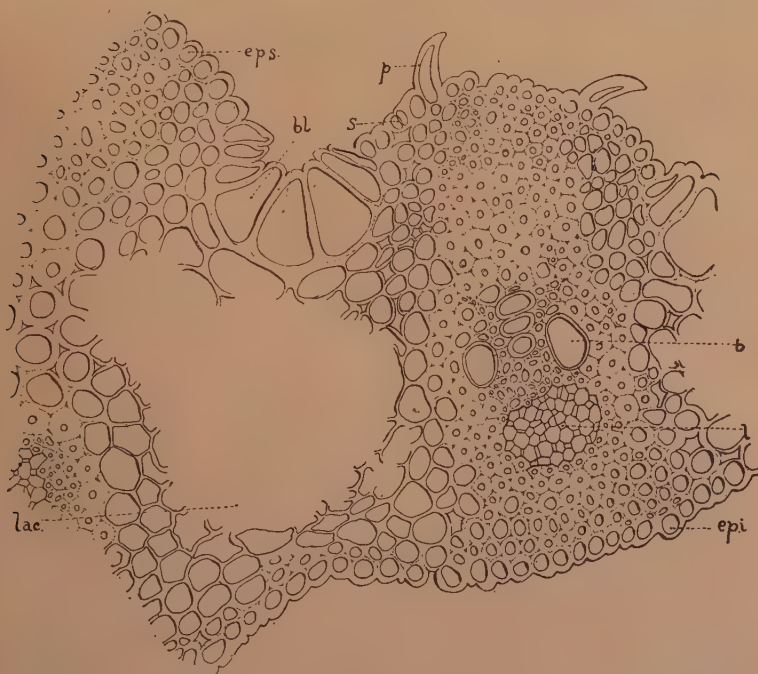


FIG. 22. — Coupe transversale du limbe: ep. s. et ep. i. épidermes supérieur et inférieur; bl. cellules bulliformes; s. stomate; p. poil épidermique; lac. lacune; l. liber; b. bois. Gr. = 1×250 .

saillies des lames fibro-vasculaires, de cellules petites, fortement convexes, à parois épaisses, à lumen réduit. Ça et là, ces cellules disparaissent et font place à des espaces libres se présentant comme autant de petites charnières ménagées dans l'épiderme. On

retrouve le même dispositif sur l'épiderme inférieur et dans les régions correspondantes, au niveau des plaques parenchymateuses.

Au dessus des ilots de parenchyme, l'épiderme s'incurve pour tapisser la dépression correspondant au parenchyme lacuneux. Il présente d'abord de chaque côté du sillon, çà et là quelques stomates (Fig. 22; s.) et symétriquement disposées, deux rangées de poils courts et trapus (Fig. 22; p.) Puis, ces cellules, s'allongent perpendiculairement à la surface et se transforment en cellules *bulliformes* typiques (Fig. 22; bl.) Les cellules bulliformes ont été ainsi dénommées et décrites par DUVAL-JOUE (1875). GAIN et BROCC-ROUSSEU (1912), rappellent également ces cellules bulliformes dans la structure des feuilles de *Molinia caerulea*, en donnant des caractères anatomiques pour la recherche des Graminées fourragères dans les foin (Traité de Foin, p. 490).

Ce sont de longues cellules à section triangulaire, reposant par leur base sur le parenchyme et orientées suivant des lignes rayonnant autour de l'axe du sillon. Les cellules bulliformes supérieures, les premières différenciées, montrent toujours à leur face supérieure un repli disposé en charnière qui peut expliquer le rôle des grandes cellules bulliformes sous-jacentes. Ces dernières, à parois latérales rigides, lignifiées, percillées de canalicules ont une large cavité triangulaire. La paroi qui limite leur sommet est fortement bombée; leur base appliquée contre le parenchyme, est mince faiblement lignifiée. Leur contact immédiat avec le parenchyme lacuneux, et avec le tissu fibro-vasculaire, leur a fait attribuer le rôle d'appareil moteur assurant le mouvement du limbe soit dans le développement à l'état de vernalion, soit dans l'enroulement ou l'étalement.

ment du limbe, suivant le degré hygrométrique de l'atmosphère. Ces cellules bulliformes ne sont pas particulières à *Molina caerulea* ; on les observe dans bien d'autres Graminées ; seule varie leur mode de répartition.

L'épiderme inférieur (Fig. 22 ; ep. ii) (externe), de la feuille ressemble beaucoup à l'épiderme inférieur (externe) de la gaine ; il est entre-coupé de stomates, d'ailleurs peu nombreux, disposés comme sur la gaine, dans le voisinage du tissu parenchymateux.

CHAPITRE V

FLEUR

I. — GLUMELLE

La Glumelle présente (Fig. 23) :

1° *Un épiderme externe bien différencié, à grandes cellules fortement sclérifiées, et pourvu de stomates*



FIG. 23. — Coupe transversale de la glumelle (en voie de sclérification): *ep. s.* et *ep. i.* épidermes supérieur et inférieur; fortement sclérifiés; *sc.* sclerenchyme; *par.* parenchyme; *l. liber.*; *b.* bois (non fonctionnel); *p.* poil. Gr. = 1×600

du type foliaire. A l'état sec, les cellules épidermiques se scérifient encore, de manière à obstruer à peu près complètement la cellule entière.

2° Une *zone scléreuse* de 2-3 assises de cellules qui se transforment en fibres au moment de la maturation du fruit.

3° La *vascularisation*, constituée par des faisceaux parallèles non fonctionnels quand le fruit est mûr.

4° Le *parenchyme*, à 1-2 rangées de grandes cellules, à parois minces.

5° L'*épiderme interne* est formé par des cellules aplaties transversalement. Leur cavité cellulaire est à peine visible, quelques-unes d'entre elles, celles qui sont sur les nervures, font saillies, et donnent des poils courts et tronqués.

II. — GLUMELLULE

Les deux glumellules, placées de chaque côté de l'ovaire, constituent le périanthe de la fleur. Leur structure est très simple; en effet, un épiderme supérieur et un épiderme inférieur revêtent la glumellule; un parenchyme cellulosique forme le tissu conjonctif du limbe; la vascularisation est constituée par trois faisceaux libero-ligneux.

III. — ANDROCEE

L'androcée comprend 3 étamines hypogines (voir morphologie externe). Chaque étamine est constituée par un filet et deux anthères.

1° FILET.

a) *Epiderme*, un épiderme à cellules régulières enveloppe extérieurement le filet. Les parois cellulaires



FIG. 24. — Coupe transversale du filet, au niveau de l'insertion des anthères: *ep.* épiderme; *l.* liber; *b.* bois; *end.* endoderme. Gr. = 1×460 .

sont minces et cellulósiques et une mince cuticule les recouvre. (Fig. 24, *ep.*)

b) *Région corticale*. — Cette région corticale est réduite à l'endoderme qui devient sous-épidermique. Il est formé par une assise cellulaire, dédoublé par endroits. Les cellules qui la composent sont relativement volumineuses, à parois minces, mais lignifiées.

c) *Cylindre central*. — Le cylindre central est protégé extérieurement par un *péricycle* à cellules vivantes. La vascularisation est réduite à un seul cordon libero-

ligneux, contenant 1 à 2 vaisseaux de bois de petit diamètre et une quantité assez importante de liber. L'hypertrophie du liber paraît en rapport avec son rôle nourricier.

2° ANTHÈRE.

a) *Stade de jeunesse.* — La structure anatomique de l'anthère dans son stade de jeunesse, nous montre de l'intérieur à l'extérieur les 4 sacs polliniques renfermant les cellules mères des grains de pollen (il y a 8 cellules mères dans un plan transversal). Chaque sac pollinique est entouré par une assise de cellules *nourricières* qui sont en voie de dédoublement. La future assise *mécanique* se trouve à l'extérieur de la première. Enfin, un épiderme à cellules régulières, limite à l'extérieur les deux anthères, soudées entre elles par un conectif réduit et non vascularisé.

b) *Stade de maturité.* — Des coupes transversales et longitudinales dans une anthère mûre nous ont montré la disparition du conectif: les anthères sont libres et réunies seulement par le filet, au point de son insertion. L'anthère contient à ce stade, les deux sacs polliniques remplis de pollen, et entourés par l'épiderme et l'assise mécanique. (Fig. 25 *ep, a.m.*)

Les grains de pollen mûrs sont disposés avec une régularité parfaite dans les anthères closes. Ils sont sphériques, avec un diamètre à peu près constant (20 à 25 μ), ils sont brillants non visqueux: la membrane externe (*exine*), porte des ornements réticulés très serrés; cette membrane reste soudée à la membrane interne (*intine*). Un ombilique ponctiforme marque le point de germination du tube pollinique sur le stigmate.

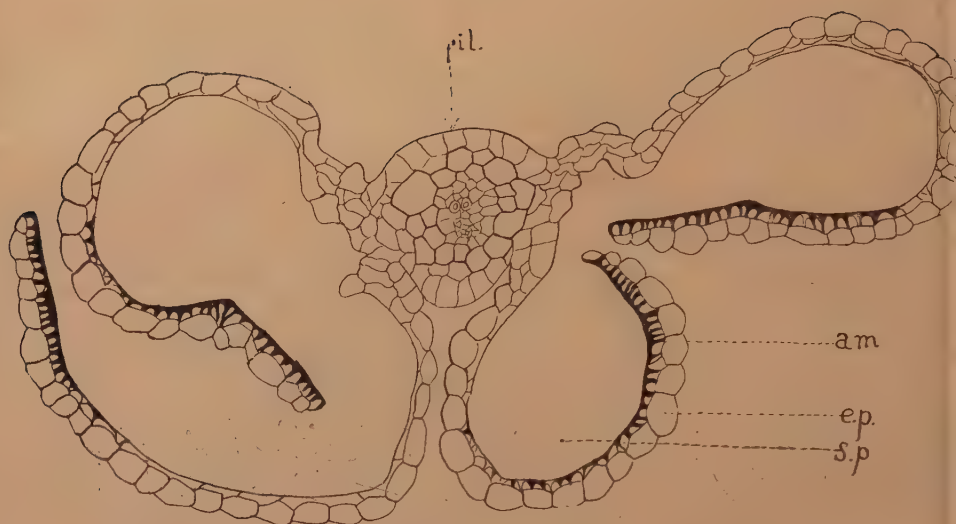


FIG. 25. — Coupe transversale de l'anthère (demi-schéma):
fil. filet; *ep.* épiderme; *a.m.* assise mécanique; *s. p.* sac
 pollinique. Gr. = 1×230 .

L'*assise mécanique* (Fig. 26; *a. m.*), est considérablement transformée en vue de la déhiscence de l'anthère. Elle entoure encore le sac pollinique, mais les cellules qui la composent se sont beaucoup différenciées sur la partie médiane et antérieure de l'anthère, tandis que les autres se sont aplaties contre l'épiderme, et ne portent pas des bandelettes d'épaississement.

Les cellules de l'assise mécanique, destinées à remplir le rôle de déhiscence de l'anthère, se sont allongées considérablement dans le sens transversal. Leurs parois sont cellulósiques, minces. Mais des deux parois: supérieure et inférieure, supportent des bandelettes d'épaississement lignifiées, formant des rubans en U qu s'étendent sur toute la surface interne de ces parois radiales supérieure et inférieure.

Les *cellule sépidermiques* sont volumineuses, et du même type que les cellules épidermiques des feuilles,

des glumes, des glumelles: parois fortement sinueuses, s'engrenant les unes dans les autres.

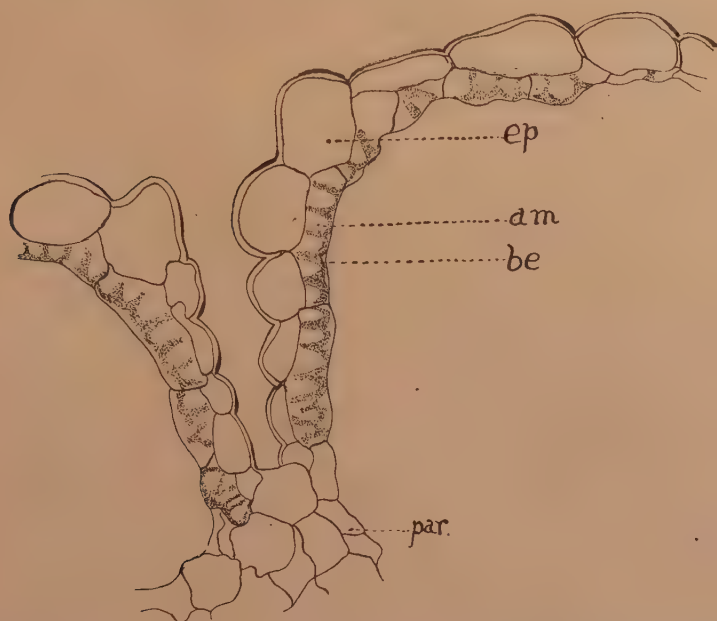


FIG. 26. — Coupe transversale de l'assise mécanique de l'anthere; *ep*, épidermie; *a. m.* assise mécanique; *b. e.* bandeltesc d'épaississement sur les membranes cellulaires transversales; *par.* parenchyme. Gr. = 1×460 .

IV. — GYNECEE

L'ovaire de *Molinia cærulea*, contient un seul ovule anatrope fixé, par une large surface, contre la suture ventrale du carpelle. Le carpelle est surmonté par 2 styles bien distincts qui se terminent par un volumineux stigmate plumeux.

La position de l'ovule dans la loge carpellaire des

Graminées, a permis à la majeure partie des auteurs d'affirmer que deux des carpelles primitifs du type trimère monocotylédone, ont disparu, et que, par conséquent, l'ovaire est constitué par une seule feuille carpellaire (celle antérieure médiane, opposée à l'étamine antérieure). On admet également que le stigmate unique de ce carpelle, s'est divisé en deux stigmates ou même en trois stigmates (*Bambusa*).

Cependant, la présence de 3 stigmates chez *Bambusa* avait déterminé quelques auteurs à conclure à un ovaire trimère dont les trois loges s'étaient soudées. Un seul ovule persistait, par avortement des autres; ils admettaient également pour les Graminées à 2 stigmates, qu'un seul carpelle avait disparu du type trimère, les deux autres se soudant en un ovaire uniovulé.

Dans le genre *Molinia*, la présence de deux styles bien différenciés irrigués par deux branches d'un cordon vasculaire, divisé dès sa pénétration dans l'ovaire, est un fait qui vient appuyer la deuxième des opinions précitées, bien qu'elle soit moins plausible.

Pour étudier l'anatomie du gynécée de *Molinia caerulea*, nous avons appliqué la méthode de micro-inclusion à la gélose paraffine, méthode donnée par M. le Professeur CHATTON (1923). Des coupes longitudinales pratiquées dans l'ovaire ainsi inclus, nous ont montré les structures suivantes:

I. — OVAIRE

STRUCTURE CARPELLAIRE

a) *Epiderme externe*. — Cet épiderme est constitué par de petites cellules cubiques, présentant vers l'extérieur des parois cutinisées, assez minces. Cependant,

des crêtes d'épaississement se trouvent à l'extérieur des parois radiaires, rappellent la structure de l'épiderme externe (inférieur) de la gaine foliaire. Toutes les cellules épidermiques sont vivantes, possédant noyau et cytoplasme.

Les stomates sont rares.

b) *Parenchyme médian.* — Le parenchyme médian est formé par 5-6 assises de cellules, un peu allongées dans le sens longitudinal. Leurs parois celluloliques sont minces, et leur noyau est sphérique à 1 nucléole, rarement 2. Les cellules avoisinant le cordon vasculaire de l'ovule, ont un noyau allongé possédant toujours deux nucléoles.

c) *Vascularisation.* — La vascularisation de l'ovaire est fort simple. Un seul cordon vasculaire pénètre dans l'ovaire, mais il ne tarde pas de se diviser en trois branches, dès son entrée.

Deux de ces branches courent tout le long des parois latérales de l'ovaire en entourant l'ovule. Ces branches se trouvent orientées dans un plan déterminé par la position des styles et stigmates, celui-ci étant perpendiculaire au plan de symétrie de la fleur. Ces branches sont destinées à irriguer les deux styles et stigmates, chacune formant les cordons vasculaires propres à chacun d'eux.

La troisième branche du faisceau vasculaire principal, se dirige, suivant le plan de symétrie de la fleur, dans la paroi ventrale de l'ovaire cette branche doit nourrir l'ovule, mais elle ne pénètre pas dans l'ovule, s'arrêtant toujours dans la paroi carpellaire, vers l'insertion de l'ovule sur le carpelle.

d) *Epiderme interne.* — Il contient des cellules allongées, aplaties contre les téguments de l'ovule. Leurs

parois sont minces, et leurs noyaux sont sphériques, à un seul nucléole.

Structure de l'ovule.

Comme dans toutes les Graminées, l'ovule est sessile et le hile s'étend sur une large surface dans la partie ventrale de l'ovule. (Fig. 27).

a) *Téguments.* — Les téguments externe et interne sont formés par 2 à 3 assises cellulaires à parois tou-

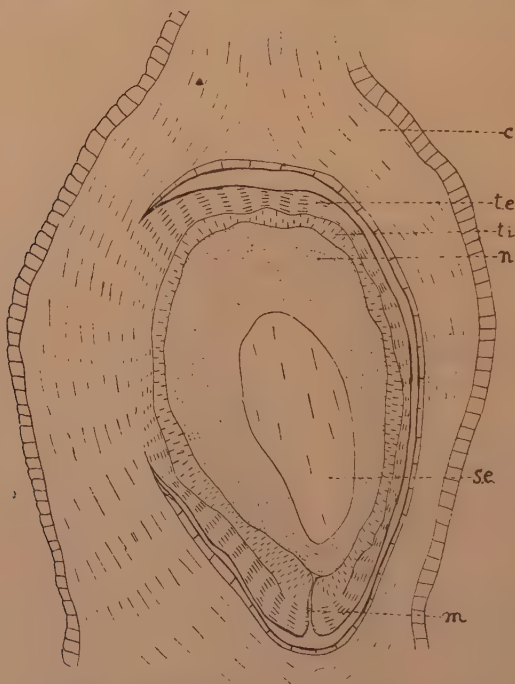


FIG. 27. — Coupe longitudinale de l'ovaire et ovule (Schéma):
c. paroi carpellaire; t. e. et t. i. téguments externe et interne; m. micropyle; n. nucelle; s. e. sac embryonnaire.
Gr. = 1×225 .

jours minces avec noyaux sphériques. Les deux téguments sont réunis dans la partie antérieure de l'ovule;

à cet endroit ils laissent libre, un canalicule étroit; c'est le micropyle.

b) *Nucelle*. — Le nucelle est constitué par de volumineuses cellules, à parois très minces; leurs noyaux sont réduits, tout au moins dans la région interne du nucelle.

c) *Sac embryonnaire*. — Le sac embryonnaire est bien délimité. L'oosphère et le noyau secondaire sont bien distincts, les synergides et les antipodes sont moins apparentes.

SCHURHOFF (1926) signale que dans les sacs embryonnaires des ovules des Graminées le nombre des *antipodes* est accru considérablement, et dans les sacs embryonnaires mûrs, les antipodes sont rejetés par côté. Nos observations confirment ce dispositif chez *Molinia caerulea*.

II. — STYLE

Le style existe dans le genre *Molinia*, qui fait ainsi exception à la plupart des Graminées, où le style est absent et où les stigmates sont sessiles. Nous n'insistons pas sur la structure du style, qui est simple, formée par un épiderme, un parenchyme médian et le faisceau vasculaire libero-ligneux.

III. — STIGMATE

Le stigmate plumeux est très volumineux par rapport à l'ovaire, étant 4-5 fois plus long que celui-ci et 2 fois plus large.

La structure du stigmate comprend un axe vascula-

risé par un faisceau libero-ligneux. Cet axe supporte un très grand nombre de cellules volumineuses, s'articulant l'une sur l'autre et formant de longs filaments très ramifiés. Chaque cellule est pourvue d'un gros noyau.

CHAPITRE VI

LE FRUIT

Le fruit de *Malinia cærulea* est un caryopse glabre oblong-cylindrique. Ses dimensions ne dépassent jamais 2 mm. de long et 0,4 à 0,7 mm. de large. Le fruit n'est pas sillonné; il présente un hile linéaire.

Le caryopse mûr reste entouré par ses glumelles, et c'est sous cette forme qu'il se détache de l'axe de l'inflorescence.

I. — *Le péricarpe formé par trois assises cellulaires* de forme plus ou moins aplatie transversalement, chacune représentant les trois parties du péricarpe, l'épicarpe, le mésocarpe, l'endocarpe. Les cellules de l'épicarpes sont minces, à peine reconnaissables sur les coupes transversales.

II. — *Le périsperme à deux couches*: le tégument externe formé de petites cellules aplaties transversalement, et le tégument interne. Ce dernier est représenté par une assise de cellules très régulières, et un peu

plus grandes que les précédentes. Le hile linéaire de l'ovule est bien reconnaissable par une zone subéreuse, opposée à l'embryon, et qui est placée entre le périsperme et l'albumen.

III. — *L'albumen* est limité par une assise protéique, criblée de petits granules globuleux ou polygonaux. *L'albumen proprement dit* est formé de grandes cellules polygonales irrégulières, à parois minces et contenant une grande quantité d'amidon accompagnant les restes du protoplasme.

L'amidon se présente en petits granules simples (isolés) de forme polygonale, pentagonale le plus souvent. Ils sont pourvus d'un hile en V ou en Y, très petit. On peut observer quelquefois des couches concentriques, mais ce n'est pas un caractère absolu. Leur caractéristique réside dans leur exiguité, leur diamètre variant entre 4 et 10 microns.

L'embryon répond au type des Graminées: radicule couverte par une membrane, tigelle, gemule et cotylédon, en écusson engainant, et piléole recouvrant la gemule. Le lobule antérieur (c'est-à-dire la languette opposée à l'écusson), commun dans l'embryon de beaucoup de Graminées, manque dans cette espèce.

TROISIEME PARTIE

RECHERCHES SUR LA TOXICITE
DE MOLINIA CÆRULEA

CHAPITRE PREMIER

RELATIONS ENTRE LA TOXICITE
DE MOLINIA CÆRULEA
ET LA PRÉSENCE
DE CLAVICEPS MICROCEPHALA

Le parasitisme très fréquent de la Molinie bleue par des Champignons la rend très suspecte. Elle est souvent atteinte par *Puccinia Molinae* Tul. et par *Tilletia Molinae* Thüm (P. HARIOT 1908) (1).

Mais son infection par *Claviceps microcephala* Tul, pendant la période automnale, paraît plus fréquente et plus grave.

Nous avons rencontré, à maintes reprises, en automne, des épis de *Molinia cærulea* infestés par cette Ascomycète. Nos observations ont porté sur l'automne 1932 et l'automne 1933, bien que ce dernier fit suite a

(1) D'après Ed. GAIN et D. BROcq-ROUSSEU (1912).

un été particulièrement défavorable au développement de ce champignon parasite.

La présence de ce sclérote, sur une plante assez répandue sur des pacages, constitue une cause occasionnelle très importante d'intoxication pour le bétail. La toxicité peut être attribué à la forme conidienne aussi bien qu'au sclérote.

I. — *CLAVICEPS MICROCEPHALA* Tul.

Claviceps microcephala Tul. appartient à la classe des *Ascomycètes*, Ordre des *Pyrénomycète*, Tribu des *Hypocréales*, Famille des *Hypocréacées* (Classification de GWINE-VAUGAM 1922 qui est voisine de celle de P. VUILLEMIN, 1912).

D'après E. GAUMANN (1926), *Claviceps microcephala* est classé dans la sous-classe des *Euscomycètes*, ordre des *Hypocréales*, groupe des *Scolécosporées*, série *Epichloë-claviceps*.

Cette espèce, a été bien décrite par R. STAGER (1903). Cet auteur différencie *Claviceps microcephala* et *Claviceps purpurea* par les caractères ci-après :

Sclérote de dimensions plus réduites, donnant à la germination un seul stroma, plus rarement deux ou trois; les stromas ont des pédicelles plus longs et plus grêles que ceux de *Claviceps purpurea*, et leur couleur est rougeâtre.

C. HARTWITCH (1895) donna des sclérotés des *Claviceps microcephala*, la description suivante :

« Les sclérotés du *Claviceps microcephala*, comme ceux du *Claviceps purpurea*, sont de couleur noir bleuâtre et la plupart recourbés comme eux, en forme de corne, ayant jusqu'à 1,5 cm. de longueur sur 2 mm.

d'épaisseur. Beaucoup restent petits, et sortent à peine des glumes.

» En coupe transversale, ils présentent une partie corticale de couleur sombre et à l'intérieur des hyphes sont de nombreuses gouttelettes d'huile. Plus profondément le tissu devient plus lâche, comme dans le *Claviceps purpurea* et on peut suivre chaque hyphe sur une certaine étendue, de telle sorte qu'on n'a pas là, à proprement parler, de pseudo-parenchyme. Au centre se trouve souvent une petite cavité, à l'intérieur de laquelle les hyphes font saillie ».

Cette description est reprise par F. VINCENS (1917) dans ses: *Recherches organogéniques sur quelques Hypocréales* (p. 122). Les caractères que cet auteur donne du sclérote, sont très voisins de ceux donnés par HARTWICH.

Ils ont été retrouvés par nous sur des sclérotés de *Molinia cærulea*, récoltés aux environs de Montpellier. Toutefois nous n'avons jamais rencontré de sclérotés dépassant 8 mm. de long et 1,5 à 2 mm. de large. Ces dimensions sont d'ailleurs confirmées par DORVAULT (1928), sans indication d'origine.

II. — ESPÈCES PARASITÉES PAR CLAVICEPS MICROCEPHALA

TULASNE (1853), VINCENS (1917), signalent comme Graminées le plus fréquemment parasitées : *Molinia cærulea* et *Phragmites communis*.

A ces Graminées, A. TSCHIRCH (1923) ajoute : *Nardus stricta*, *Aira coespitosa*, *Arundo Calamagrostis*, *Diplachnè serrotina*, et plus rarement *Poa annua*.

TULASNE a observé dans les environs de Paris (Meudon) et par quantités considérables, *Phragmites com-*

munis et *Molinia cærulea* infestées par *Claviceps microcephala*; ce champignon était parfois si abondant sur *Phragmites communis*, que les panicules chargées d'ergots, étaient totalement stérilisées.

F. VINCENS a récolté, lui aussi, le sclérote qui lui a servi de matériel d'étude, aux environs de Paris, dans les bois de Fausses Reposes.

Aux environs de Montpellier, la Molinie bleue est très souvent parasitée, et la présence du sclérote nous a paru à peu près constante, en automne, dans toutes les stations que nous avons visitées.

III. — CYCLE EVOLUTIF

Le cycle évolutif de *Claviceps microcephala*, ne diffère de cycle évolutif du *Claviceps purpurea*, que par le retard saisonnier de son évolution.

Les trois phases: *sphacelie*, *sclérote* et *fructification*, se poursuivent avec des modalités à peu près identiques. Mais il convient de mentionner que le cycle évolutif de *Claviceps microcephala* sur la Molinie bleue, se produit tardivement, en fin d'été, en raison de l'épanouissement très tardif des fleurs de cette Graminée.

F. VINCENS (1917) a publié une étude détaillée de la formation des asques dans les périthèces de ce *Claviceps*. Cette formation, caractéristique des genres *Epicloë* et *Claviceps*, montre les asques naissant suivant un mode sympodial sur des filaments ascogènes et émergeant ainsi du fond du périthèce.

Nous n'avons pas obtenu la germination des sclérotés de *Molinia cærulea* ; nous avons été trompés par des références bibliographiques, qui ne pouvaient tenir compte du retard de la floraison de *Molinia cæru-*

lea sous le climat languedocien. Les ensemencements pratiqués par nous ont été trop précoces (mars-avril). Les sclérotés envahis par les moisissures, sont demeurés stériles.

IV. — ANALYSE CHIMIQUE DU CLAVICEPS MICROCEPHALA

Le seul travail que nous ayons rencontré sur l'analyse chimique de *Claviceps microcephala* est celui de G. HARTWICH (1895).

Cet auteur utilisa pour son étude les sclérotés de *Claviceps microcephala*, récoltés sur *Molinia cærulea* au cours de l'automne de 1894.

Par épuisement à l'éther de pétrole, suivant le procédé de KELLER, ces sclérotés fournissent 31,45 d'huile pour cent (le *Claviceps purpurea* d'après KELLER, donne 18,3 à 39, 6 d'huile pour cent). Les premières portions d'huile étaient incolores, les dernière étaient jaunâtres.

L'auteur a pu constater que l'éther de pétrole n'a pu enlever à la poudre que des traces très faibles d'alcaloïde, bien que l'épuisement fut prolongé pendant plus de deux semaines. La poudre dégraissée fut traitée, d'après le procédé KELLER, pour l'extraction de la cornutine (ergotinine). L'auteur obtient 0,8101 pour cent d'alcaloïde non absolument pur, mais nettement cristallin; or, KELLER a signalé que la quantité maxima d'alcaloïde, extraite d'ergot russe (*Claviceps purpurea*) s'élevait à 0,245 pour cent. Il signalait que le rendement était en général, plus faible: 0,225 pour cent pour l'ergot d'Autriche, 0,095 pour l'ergot de Suède.

Ainsi, l'ergot de *Claviceps microcephala* serait trois fois plus riche en alcaloïde que l'ergot de seigle.

Les observations de HARTWITCH, les réactions auxquelles il a soumis ce bloc alcaloïdique, permet de l'homologuer en toute certitude avec la cornutine (ergotinine).

En raison de la faible quantité de substance et des difficultés de l'opération, l'auteur abandonne la recherche de l'acide sphacélique. Mais il entreprit la recherche de la sclérérythrine dans le résidu d'extraction de l'alcaloïde. Ce résidu, acidifié par l'acide sulfurique, puis agité par l'éther, abandonne un complexe orangé-rouge identique à celui que fournit dans les mêmes conditions, l'ergot de seigle, donnant en solution alcaline la même couleur violette, et présentant le même spectre (une bande nette entre D et E, une seconde aussi nette entre E et F, et une bande faible entre F et G).

Il est regrettable que les recherches de HARTWITCH n'aient pu être reprises, suivant des techniques plus modernes, et que le titrage des alcaloïdes aujourd'hui admis dans l'ergot de *Claviceps purpurea*, n'ait point été réalisé sur l'ergot de *Claviceps microcephala*. Les faibles quantités de *Claviceps microcephala* que nous avons pu recueillir ne nous ont pas permis d'entreprendre ces recherches. Mais un fait demeure et nous est confirmé par A. TSCRICH (1923, t. III, 2 p, 160): l'ergot de *Claviceps microcephala* a un taux alcaloïdique beaucoup plus élevé que celui du sclérote de *Claviceps purpurea*; ce taux lui est environ de trois fois supérieur. C'est là un argument dont on ne peut méconnaître l'importance, lorsqu'on envisage la toxicité de la Molinie bleue.

V. — TOXICITÉ DE *MOLINIA CÆRULEA* COMME FOURRAGE

La toxicité de *Molinia cærulea*, parasitée par *Claviceps microcephala*, a été étudiée d'une façon toute particulière par: E. NOFFRAY (1910), *Journal d'Agriculture pratique*, t. XIX, p. 563), et par E. GAIN et D. DROCQ ROUSSEU (1912), dans leur *Traité des Foins*.

Etudiant tout spécialement le danger que peut présenter l'ergot pour le bétail, NOFFRAY a observé des sclérotés de *Claviceps* sur un très grand nombre de *Graminées*.

Suivant la fréquence de l'infection, il divise ces plantes en trois catégories :

1° Celles sur lesquelles l'ergot est susceptible de prendre un développement dangereux, soit par la multiplicité des stations, soit par l'abondance des sclérotés sur une même inflorescence.

2° Celles sur lesquelles les plantes infestées s'observent dans de nombreuses localités, mais généralement peu étendues, les ergots ne figurant sur une inflorescence qu'au nombre maximum de dix.

3° Celles qui sont accidentellement infestées.

Or, dans la première catégorie, groupe des Graminées que rend très dangereuses leur infection par l'ergot, NOFFRAY place la Molinie bleue. Cet auteur fait observer au sujet de *Molinia cærulea* :

« C'est la Graminée des près tardifs, des bruyères et des bois humides. Elle aussi est envahie très capricieusement, mais plus fréquemment que *Glyceria fluitans*. Il n'est pas rare de voir des stations de 8 à 10 mètres très infectées. On trouve sur les tiges atteintes un nombre d'ergots variant entre 10 et 40; et

souvent, plus de la moitié d'entre elles en supportent. Quand des localités, rares d'ailleurs, sont situées dans les bois, il n'y a pas à s'en préoccuper ; mais si elles se trouvent dans les lieux où vont pacager les chèvres, les moutons, les cas d'ergotisme peuvent se présenter ».

Enfin, NOFFRAY fait remarquer que la forme conidienne de *Claviceps* évoluant sur les épis, présente toxicité plus élevée que le sclérote ; cette forme coïncide avec l'épanouissement complet des fleurs.

Nos observations concordent absolument avec ceux de E. NOFFRAY. La fréquence des ergots sur les inflorescences de *Molinia cærulea* est très grande et le nombre d'ergots sur une même inflorescente peut être élevé.

E. GAIN et BROCC-ROUSSEU (1912) nous renseignent sur la qualité du foin de *Molinia cærulea* (p. 590).

« C'est un foin produit surtout par les anciennes tourbières, hautes, desséchées. A la plante principale, la Molinie qui est de valeur médiocre, on peut ajouter la Flouve, l'Agrostis, Festuca ovina, etc... »

Ils signalent également (p. 580) que les foins de marais, ou foins acides de Russie, constitué par des *Juncus*, des *Carex*, des *Ranunculus*, des *Equisetum* et par *Molinia cærulea*, sont accusés de produire, chez le bétail l'ostéomalacie et l'avortement. Le rapport avec la présence d'ergot, se trouve ainsi affirmé.

Ils conseillent (p. 757) de surveiller, au point de vue de l'ergot, les fourrages des sols marécageux. Les ergots de *Claviceps nigricans*, parasite des Cypéracées (*Scirpus*, *Heleocharis*) et l'ergot de *Claviceps microcephala* qui selon ces auteurs peut infester *Phragmites communis*, *Arundo Calamagrostis* et *Molinia cærulea*, sont d'autant plus digne d'attention qu'ils s'attaquent à

des espèces sociales pouvant constituer une partie importante d'un foin.

Ces observations ne laissent aucun doute sur le rôle toxique que peuvent jouer la forme conidienne et l'ergot de *Claviceps microcephala* parasitant la Molinie bleue.

On peut dès lors s'expliquer la toxicité passagère et occasionnelle de cette espèce telle qu'elle a été enregistrée par empirisme.

La toxicité attribuée à la Molinie bleue au moment de sa floraison se trouverait ainsi justifiée.

Mais des essais sur des animaux, et des recherches chimiques nous ont conduit à une autre interprétation qui, sans infirmer le rôle toxique éventuel de l'ergot sous ses différentes formes, donne à la Molinie bleue une toxicité, constante et indépendante de l'infection parasitaire.

CHAPITRE II

ESSAIS PHYSIOLOGIQUES SUR LES ANIMAUX

I. — INNOCUITÉ DE L'APPAREIL VEGETATIF

(Racine, rhizome, tiges, feuilles)

Le lapin et le cobaye n'acceptent qu'avec répugnance les appareils végétatifs de *Molinia cærulea*. Néanmoins après avoir été soumis à un jeûne sévère ils peuvent être nourris pendant plusieurs jours avec les racines, les tiges, les feuilles de *Molinia* récoltées avant, pendant et après la floraison. Les animaux s'accoutument de cette nourriture à défaut de tout autre et n'en sont pas affectés. La ration journalière était de 100 à 250 grammes. Ces observations ont été faites en été, en automne, en hiver, au printemps.

II. — TOXICITÉ DES PANICULES NON EPANOUIS

Les panicules ont été cueillies dans la première semaine d'août. A cette époque les fleurs étaient à peine

formées, et ne montraient que des rudiments d'étamines, de gynécée, de glumellules. Les glumelles étaient entièrement recouvertes par des glumes et étroitement appliqués contre les organes reproducteurs.

Les rameaux des panicules dressés restaient accolés à l'axe.

Le lapin n'accepte cette nourriture que contraint par le jeûne. Il succombe sept ou huit heures après l'absorption de 100 à 120 gramme d'épis.

L'intoxication apparaît brusquement, une heure avant la mort par des convulsions violentes, puis l'animal tombe sur le flanc. On observe alors :

Ralentissement de la respiration, avec crises d'apnée, convulsions cloniques et contractions fibrillaires dans les muscles scapulaires et thoraciques, fortes pulsations avec éréthisme cardiaque; le choc de la pointe est apparent. L'ictus survient après une série de convulsions; il est précédé ou immédiatement suivi d'un brusque rejet des matières fécales par spasme du rectum. Le cœur est arrêté en diastole.

A l'autopsie, le tube digestif ne présente pas de lésions apparentes. Le foie est congestionné et la vésicule biliaire est volumineuse et tuméfiée. La rate est normale. Les poumons et les reins sont congestionnés, plus spécialement dans la région corticale. La vessie est remplie d'urine. Les vaisseaux coronaires sont saillants, le ventricule droit rempli de caillots. Le cerveau et la moelle sont pâles, et non congestionnés.

L'examen histologique révèle des traces d'hémorragies parcellaires dans le foie, mais insuffisantes pour troubler la topographie de l'organe. Les cellules parenchymateuses sont intactes; mais quelques-unes ont un cytoplasme en tuméfaction trouble, comme frappé de nécrose brutale.

Le rein ne présente, ni glomérulite, ni trouble vasculaire apparent, mais une tubulite desquamative assez intense. Les poumons montrent des zones congestives et hémorragiques.

III. — TOXICITÉ DES PANICULES ÉPANOUIS

Les panicules sont cueillies au début d'octobre.

A la dose de 200 à 250 grammes ces panicules couvertes de leurs bouquets d'étamines, et ne présentant aucune trace d'infection conidienne, tuent le lapin en 38 à 40 heures.

L'animal succombe en présentant des phénomènes d'intoxication rigoureusement identiques à ceux provoqués par les fleurs non épanouies. Ils n'en diffèrent que par leur manifestation tardive. Autopsie et examen histologique des organes permettent des constatations identiques à celles précédemment indiquées.

IV. — INNOCUITÉ DES PANICULES FRUCTIFIÉS

Les panicules fructifiés, récoltés en fin octobre et en novembre, avec des caryopses encore jeunes, ou mûrs, privés de sclérotés, ne présentent pas de toxicité. Une ration journalière de 150 à 200 grammes ne provoque aucun phénomène d'intoxication chez le lapin.

Nos observations avec les inflorescences à divers états d'épanouissement n'ont pu être réalisées que sur des lapins, les cobayes refusant, même sous la pression d'un jeûne prolongé, les panicules sous leurs différents états de floraison ou de fructification.

CHAPITRE III

RECHERCHES DE L'AGENT TOXIQUE

Une série d'essais préliminaires nous a permis de découvrir dans les inflorescences de *Molinia caerulea* avant et pendant l'épanouissement, la présence de quantités notables d'un complexe cyanogénétique. L'acide cyanhydrique a été rencontré à certaines périodes dans les racines, le collet et dans la base des tiges.

Les recherches ont été effectuées sur la plante entière et sur ses différents organes végétatifs (racines, rhizomes, tiges, feuilles) et sur ses appareils reproducteur (fleur en bouton, épanouies, caryopses).

Elles ont été réalisées soit directement sur des macérés aqueux, soit sur les distillats obtenus après une macération de dix-huit heures avec ou sans émulsine. Ces recherches ont été faites en automne 1933 pendant l'hiver, le printemps et jusqu'en juin 1934.

Depuis le 1^{er} mai les prélèvements étaient effectués de 15 en 15 jours.

I. — RECHERCHE DE L'ACIDE CYANHYDRIQUE

Nous avons utilisé :

1° La réaction isopurpurique de HLASIWETZ, modifiée par L. GUIGNAUD (1906) (papier picro-sodé).

2° La réaction de SCHONBEIN.

3° La réaction au bleu de Pruse modifiée par L. CHELLE (1919).

4° La réaction à l'iodure d'argent ammoniacal suivant la technique de L. CHELLE (1919).

La détermination de l'acide cyanhydrique dans les macérés a toujours été réalisée de la manière suivante :

A) Un gramme de la plante entière ou de l'organe à étudier, soigneusement haché, était mis en macération dans 10 cc. d'eau distillée et logé dans un tube à essais bouché au liège, une bandelette de papier picro-sodé récemment préparé plongeant dans l'atmosphère du tube.

Chaque essai était accompagné d'un second échantillon additionné de 0 gr. 10 d'émulsine.

Les tubes étaient mis à l'étuve à 37-40° et examinés *d'heure en heure*.

B) La réaction de *Schönbein*, moins caractéristique, était parfois appliqués simultanément et dans les mêmes conditions.

Les distillats étaient obtenus après macération de 20 à 50 grammes d'organes ou de plante entière dans 200 à 500 cc. d'eau distillée. La macération était prolongée pendant 13 heures vers 18-20° dans un ballon de 2 li-

tres, hermétiquement clos. La distillation était effectuée lentement, dans un courant de vapeur d'eau. On recueillait une quantité de distillat représentant 5 ou 10 fois le poids de végétal employé.

Le distillat était recueilli sur une solution alcaline (potasse). Les traces d'acide cyanhydrique qui auraient pu être entraînées par l'air chassé de l'appareil, étaient arrêtées dans un tube à boules chargé d'eau alcaline. Cette eau était ajoutée au distillat à la fin de l'opération.

Autant que possible chaque essai était répété après addition de 0 gr. 50 d'émulsine introduite dès le début de la macération.

Sur les distillats l'acide cyanhydrique a été recherché et caractérisé par les quatre réactions que nous avons adoptées.

La recherche de l'acide cyanhydrique par le papier picro-sodé et par la réaction de Schönbein, était faite sur 10 cc. de distillat.

La recherche de l'acide cyanhydrique par les réactions au bleu de Prusse et à l'iodure d'argent étaient appliquées sur 1 à 10 cc. de distillat.

Les procédés à l'isopurpurate et à l'iodure d'argent ammoniacal se sont montrés les plus sensibles et les plus constants. Ils nous ont permis de déceler l'acide cyanhydrique au 1/1000^e de milligramme.

II. — DOSAGE DE L'ACIDE CYANHYDRIQUE

En raison de la faible teneur des distillats en acide cyanhydrique, les dosages n'ont pu être effectués par la méthode argentimétrique ordinaire.

Nous avons adopté le procédé à l'iodure d'argent ammoniacal indiqué par L. CHELLE (1919):

a) *Préparation du réactif.*

« $\text{NO}^3 \text{ Ag N}/1000$ 10 cc. + NH^3 2 cc. + solution iodure potassium à 10 pour cent, 5 gouttes. Agiter et ajouter ensuite eau distillée quantité suffisante pour 100 cc. (1 cc. de cette solution correspond à 0 mgr. 0054 de HCN). »

b) *Technique.*

« Mettre dans un tube à essai 1 cc. de la solution de cyanure alcalin à examiner et ajouter 0 cc. 2 de la solution d'iodure d'argent. Si le liquide reste louche, c'est qu'il y a moins de 0 mgr. 001 de H C N dans la prise d'essai.

Avec 0 mgr. 001 de HCN, il faudra plus de 0 cc. 2 pour avoir le louche.

Avec 0 mgr. 005 de HCN, il faudra plus de 1 cc. pour avoir le louche.

Avec 0 mgr. 01, il faudra plus de 2 cc. pour avoir le louche ».

Les résultats des recherches titrimétriques que nous présentons ici sont assez écourtées et ceci, certes, indépendamment de notre volonté.

Au cours de l'automne 1933, alors que nous venions de déceler la présence de l'acide cyanhydrique dans les inflorescences, les inondations survenues dans la région montpelliéraine, ruinèrent en grande partie les hampes florifères de nos stations de *Molinia*.

C'est avec grand peine que nous pûmes réunir le matériel nécessaire à nos essais sur les animaux et à des recherches qualitatives.

Nous poursuivrons nos études au cours de l'automne prochain. Les résultats que nous présentons portent sur les variations observées dans les appareils végétatifs au cours du printemps 1934 et jusqu'à ces dernières semaines.

III. — RÉSULTATS

A) Appareils végétatifs.

a) *Racines.* — La présence de l'acide cyanhydrique n'a pu être décelée dans les racines pendant la période de floraison, pendant l'automne, l'hiver, le printemps, et jusqu'au 15 mai 1934. Au 15 mai, alors que la plante formait ses premières feuilles, l'acide cyanhydrique faisait son apparition à l'état de traces infimes.

Un titrage effectué le 5 juin accuse 15 milligrammes par kilogramme de racines fraîches.

b) *Collet.* — *Rhizome et base de la tige.*

L'acide cyanhydrique fait défaut pendant l'automne, au cours de la floraison. Il apparaît au printemps vers le 15 mai en quantité sensiblement égale à celle décelée dans les racines, le 15 mai son taux est inférieur à 5 milligrammes par kilog. Deux semaines plus tard, le 5 juin il s'élève à 12,5 milligrammes par kilog. d'organe frais.

c) *Feuilles.* — Les feuilles se montrent toujours dépourvues d'acide cyanhydrique quels que soient leur âge et l'époque de la récolte.

B) Appareils reproducteurs.

a) *Panicules non épanouies.* — La recherche de l'acide cyanhydrique est fortement positive. En moins de

trois heures d'étuve le papier micro-sodé vire au pourpre intense sous l'action de 1 gramme d'inflorescence en macération ou de 10 cc. de distillat.

Le titrage n'a pu être effectué.

b) *Panicules épanouies*. — Le résultat des recherches qualitatives est voisin de celui qui est donné par les panicules non épanouies mais il paraît être sensiblement moins intense.

Le titrage n'a pu être effectué jusqu'à ce jour.

c) *Caryopses mûrs ou en maturation*. — L'acide cyanhydrique n'a pu être décelé sur les caryopses quel que soit leur degré de maturité. Toutes les recherches se sont montrées négatives.

D'autre part nous avons constaté une influence très nette des conditions de végétation dans l'apparition du glucoside cyanogénétique.

C'est ainsi que le collet et la base des tiges de Moline bleue développée sur une argile très humide ne dégagent pas d'acide cyanhydrique, tandis que les mêmes organes provenant de sujets, développés en terre sèche sur de amas de cailloux et récoltés le même jour (15 mai 1934) dans une station située à moins d'un kilomètre de la première, dégagent des quantités minimales, mais appréciables d'acide cyanhydrique (moins de 5 milligrammes par kilog).

Le complexe cyanogénétique paraît disparaître assez rapidement des organes végétatifs (racines, collet) lorsque la plante est conservée vivante au laboratoire dans un mélange d'eau et de boue prélevée sur la station.

Les racines qui, le 15 mai 1934, présentaient des traces d'acide cyanhydrique cinq ou six heures après leur

récolte, n'en dégagent plus après 48 heures, parfois après 24 heures.

L'addition d'émulsine aux macérés accélère la décomposition du complexe cyanogénétique et le dégagement de l'acide cyanhydrique, mais elle n'a jamais paru influencer d'une façon appréciable le rendement en acide cyanhydrique après 18 heures de macération.

IV. — RECHERCHE DE L'ÉMULSINE

Nous avons décelé la présence d'un ferment analogue à l'émulsine, dans la feuille, la tige, le collet et les racines de *Molinia caerulea*.

Cette recherche a été réalisée à l'époque où les appareils végétatifs étaient encore dépourvus de complexe cyanogénétique, ou après les avoir conservés plusieurs jours au laboratoire et après avoir contrôlé l'absence de tout dégagement d'acide cyanhydrique dans les macérés.

On place à l'étuve à 37°-40° des tubes contenant :

1 gramme d'organe hâché,

0 gramme 20 d'amygdaline,

10 centimètres cubes d'eau.

Le tube est bouché au liège et une bande de papier micro-sodé est suspendue dans l'atmosphère du tube.

La réaction est fortement positive avec des racines, la base des tiges, le collet, les feuilles après trois ou quatre heures d'étuve.

*
**

Les fleurs de *Molinia* possèdent donc avant et pendant leur épanouissement une toxicité qui est indé-

pendante de leur infection occasionnelle par *Claviceps microcephala* Tul. Cette toxicité paraît être en relation avec la présence d'un complexe cyanogénétique dans l'inflorescence avant et pendant l'anthèse. Mais n'ayant pu procéder jusqu'à ce jour au titrage de l'acide cyanhydrique dans ces organes et moins encore à l'isolement du glucoside, nous ne nous permettons pas d'établir entre la présence de l'acide cyanhydrique dans les inflorescences et la toxicité de ces organes une relation absolue de cause à effet, bien que cette relation soit des plus vraisemblables.

Cette toxicité et le complexe cyanogénétique disparaissent pendant la maturation des fruits. Les caryopses ne dégagent pas d'acide cyanhydrique et ne sont pas toxiques.

Pendant et après la floraison, les appareils végétatifs: racines, tiges, rhizomes, feuilles, ne renferment pas de complexe d'acide cyanogénétique et ne sont pas toxiques.

Le complexe cyanogénétique apparaît dans ces organes au moment de la période de végétation printanière et estivale.

Ces variations dans la teneur en complexe cyanogénétique ne sont pas spéciales à notre Graminée. Il suffit d'évoquer les observations faites sur des Légumineuses : *Vicia*, *Lotus*, *Tetragonolobus*, *Dorycnium*, *Phaseolus lunatus*, etc... (voir en particulier : P. GUERIN 1930) chez lesquelles tous les modes de localisation sont réalisés.

Les influences saisonnières, les variations individuelles ont été bien mises en évidence sur *Lotus corniculatus* L, par P. GUERIN (1928-1929) et font évoquer les observations de M. MIRANDE (1913) sur *Trifolium repens* L.

Mais le rapprochement est encore plus saisissant avec les observations de P. GUÉRIN (1934) sur des *Melica* (*M. ciliata* L., *M. nutans* L., *M. uniflora* Retz) et sur *Gynerium argenteum* Nees.

L'absence de complexe cyanogénétique dans les fruits des *Melica* constitue une première analogie avec nos constatations sur les fruits de Molinie bleue. Il conviendrait de rappeler à ce propos que notre *Molinia cærulea* Moench est parfois rattachée au genre *Melica* et désignée sous le nom de *Melica cærulea* L.

Si la présence d'acide cyanhydrique est constante dans les organes végétatifs et dans les fleurs de ces Graminées, P. GUÉRIN a bien mis en évidence l'accroissement de la quantité d'acide cyanhydrique dans les jeunes inflorescences de *Gynerium argenteum* encore enveloppées dans leur gaine, tandis que cette proportion diminue dans les inflorescences épanouies.

Enfin, nous rappelons que l'existence d'un glucoside cyanogénétique a été découverte dans plusieurs Graminées, dont E. V. COUPEROT (1913) nous donne la liste suivante:

Glyceria aquatica Wahlenb. (JORISSEN, 1884).

Gynerium argenteum Nees (JITSCHY, 1906).

Melica altissima L. (JITSCHY, 1906).

» *ciliata* L. id.

» *nutans* L. id.

» *uniflora* Retz. id.

Panicum maximum Jacq. (BRUNNICH, 1903).

Panicum muticum Forsk (BRUNNICH, 1903).

Sorghum (*Andropogon*) vulgare Pers. (DUNSTAN-HENRY, 1902).

Sorghum halepense Pers. (GUIGNARD, 1905).

Stipa hystericina Speg. (HEBERT-HEIM, 1904).

Stipa leptostachya Griz. (HEBERT-HEIM, 1904).

Zea Mâis L. (BRUNNICH, 1903).

Nous compléterons cette liste de COUPEROT par le genre:

Bambusa Schreb. (WALTER, KRASNOOSELSKY, MAXIMOW, MALCEWSKY, 1911).

CONCLUSIONS

La séparation du genre *Molinia* des genres voisins: *Dissanthelium*, *Melica*, *Sphenopus*, *Eatonia*, *Avellina*, *Catabrosa*, *Eragrostis*, *Diplachne*, est justifiée par des caractères morphologiques des individus appartenant à ces genres. Mais il faut bien reconnaître que leur parenté est étroite.

Les variétés de *Molinia cærulea* expriment bien la plasticité de l'espèce, mais représentent le plus souvent des adaptations à des climats particuliers.

Molinia cærulea var. *altissima* qui fait l'objet de notre étude est un type fréquent dans les associations du type *Molinietum* et contribue largement à la caractérisation des terrains marécageux ou humides, à réaction acide.

Molinia cærulea var. *altissima* a des caractères anatomiques qui constituent l'expression fidèle des Graminées hydrophiles: tissu lacuneux aérifère de la racine et du rhizome, sclérification très prononcée dans tous les organes, pur constituer un système lignifié s'étendant de la périphérie jusqu'à la masse profonde du système vasculaire ligneux dont les éléments se trouvent ainsi soudés les uns aux autres.

La ramification des faisceaux vasculaires dans la région nodale, paraît spéciale au genre *Molinia*.

La structure des faisceaux libéro-ligneux ne représente que des modalités structurales propres aux Graminées. Il en est ainsi de la structure anatomique de la feuille; les lames fibrovasculaires disposées en charpente et alternant avec le tissu lacuneux cellulosique que recouvrent à la face supérieure, dans les sillons, les cellules bulliformes, ne constituent pas des caractères particuliers à *Molinia caerulea*. Ces dispositifs sont maintes fois observés dans les feuilles des Graminées et même chez des Cyperacées, et permettent les mouvements d'enroulement de la feuille qui peuvent être nécessités par les conditions atmosphériques. Il y aurait lieu de signaler cependant la multiplicité des bandes de cellules bulliformes qui parcourent la feuille sur toute sa longueur.

L'étude anatomique et morphologique de la fleur nous a permis de mettre en évidence la présence de deux styles indépendants dès leur insertion sur le gynécée. Leur individualité est encore accusée par l'origine des deux cordons vasculaires qui les irriguent; ces deux cordons naissent à la base du gynécée et, s'écartant l'un de l'autre, contournent la loge carpellaire sur deux faces opposées. Ce dispositif vient à l'appui des théories qui voient dans l'ovaire des Graminées un gynécée formé de deux carpelles.

Nous avons justifié la toxicité attribuée à cette Graminée fourragère « au moment de sa floraison ». Fréquente dans les terrains marécageux et humides, cette espèce, et plusieurs de ses variétés, est très exposée à l'infection parasitaire par des Cryptogames. L'infection des inflorescences par *Claviceps microcephala*, constitue un danger pour le bétail, et l'existence de la

forme conidienne, particulièrement toxique, sur les inflorescences épanouies, peut expliquer la toxicité qui est attribuée à *Molinia cærulea* pendant sa floraison. Le rôle du sclérote de *Claviceps microcephala* peut intervenir, et il intervient, pour expliquer le danger de certains fourrages riches en Molinie bleue.

Mais la toxicité que présentent les panicules de Molinie bien avant leur épanouissement, écarte l'intervention de *Claviceps microcephala*: les panicules épanouies non porteurs de *Claviceps* sont toxiques. Dès lors il faut bien reconnaître à la Molinie bleue, une toxicité qui lui est propre au moment de sa floraison et qui demeure indépendante de la toxicité que peut lui communiquer la présence éventuelle du *Pyrénomycète* parasite.

D'ailleurs cette toxicité disparaît au cours de la maturation des fruits, qui, eux ne sont pas toxiques. Pendant la floraison tous les organes végétatifs : racines, rhizomes, tiges, feuilles, sont dépourvus de toxicité.

La toxicité des inflorescences est en relation avec la présence d'un complexe cyanogénétique qui paraît exister en assez fortes quantités dans les panicules avant et pendant l'épanouissement. Mais, faute de dosages, nous ne pouvons momentanément en évoluer la proportion; aussi nous ne nous permettons pas d'établir entre la toxicité de la Molinie fleurie et la présence du complexe cyanogénétique une relation absolue de cause à effet. Cette relation demeure très probable cependant.

De toute façon, *Molinia cærulea*, se présente comme une nouvelle espèce qui doit être ajoutée à la liste, déjà bien longue, des végétaux à acide cyanhydrique.

Comme beaucoup de ces végétaux cyanogénétiques, la Molinie bleue montre des fluctuations dans la présence ou l'absence du complexe cyanogénétique dans ses différents organes. Accompagné d'un ferment voisin de l'émulsine, ce complexe peut apparaître dans des appareils végétatifs: racines, rhizomes, collet, au printemps, alors qu'il manquait pendant l'automne et durant toute la période de repos hivernal.

Les feuilles et les caryopses ne renferment jamais de complexe cyanogénétique.

BIBLIOGRAPHIE

1911. — Cl. AIGRET. — Une plante quelque peu réfractaire à l'incendie. *Bull. Soc. Royale de Botanique de Belgique*, 1911, T. XLVIII, p. 283.
- 1896-1910. — P. ASCHERSON et P. GRAEBNER. — Synopsis der Mitteleuropäischen Flora. *Leipzig, Verlag von Wilhelm Engelmann*, 1896-1910. T. II, p. 335.
1920. — D. BACH. — La reproduction sexuée de l'ergot de seigle, *Claviceps purpurea* Tul. *Bull. des Sc. Pharmacologiques*. T. XXVII, 1920, p. 493.
- 1867-1895. — H. BAILLON. — Histoire des Plantes. *Paris Hachette, édit.*, 1867-1895, 13 vol. in 4°. T. II, p. 187, 188, 193, 195, 223.
- 1883-1884. — H. BAILLON. — Traité de Botanique médicale phanérogamique. *Paris, Hachette et Cie*, 1883-1884, T. 2, p. 1378.
1906. — R. M. BARRINGTON. — Names and uses of *Molinia caerulea* Mœnch. *Irish Nat. T.* xv, 1906, p. 219 (après *Botanisches Centralblatt : Neue Litterature*, 1906).
1889. — E. F. BELZUNG. — Recherches sur l'ergot de seigle. *Paris, Alcan, édit.*, 1889.
- 1862-1883. — G. BENTHAM and J. D. HOOKER. — Genera plantarum. *London Reye and Cie*, 1862-1883 T. II, p. 1185.
1923. — E. CHATTON. — Inclusion mixte à la gélose-paraffine, *C. R. Soc. de biologie*, T. LXXXVIII, 1923, p. 199.
1919. — L. CHELLE. — Introduction à la recherche toxicologique de l'acide cyanhydrique. *Bull. Soc. de Pharmacie de Bordeaux*, 1919, p. 212, 228.
1919. — L. CHELLE. — Sur la caractérisation de traces d'acide cyanhydrique. *Bull. Soc. de Pharmacie de Bordeaux*. 1919, p. 70.
1911. — R. CHODAT. — Principes de botanique. *Paris, J.-B. Baillière et fils; Genève, Georg et Cie*, 1911, p. 256.
1887. — Ch. CORNEVIN. — Des plantes vénéneuses et des empoisonnements qu'elles déterminent. *Paris, librairie de Firmin-Didot et Cie*, 1887, p. 68.
1901. — H. COSTE. — Flore descriptive et illustrée de la France, de la Corse et des contrées limitrophes. *Paris, Paul Klincksieck*, 1901, 3 vol.

1913. — E. V. COUPERO. — Recherches sur la présence des azotates dans les plantes médicinales et alimentaires et, en particulier, dans les plantes renfermant des Glucosides Cyanhydriques. *Thèse Doct. Pharmacie, Paris* 1913, p. 27.
1897. — L. COURCHET. — Traité de Botanique, *Paris, J. B. Baillière et fils*, 1897, T. I., p. 452.
1869. — J. DUVAL-JOUVE. — Sur les parois cellulaires du *Panicum vaginatum*. *Bull. de la Soc. Botanique de France*. T. xvi, 1869, p. 110.
1869. — J. DUVAL-JOUVE. — Sur quelques tissus de *Juncus* et de Graminées. *Bull. de la Soc. Botanique de France*, T. xvi, 1869, p. 404.
1871. — J. DUVAL-JOUVE. — Sur quelques tissus des Juncées, de Cypéracées et de Graminées. *Bull. de la Soc. Bot. de France*, T. xviii, 1871, p. 231.
1875. — J. DUVAL-JOUVE. — Histotaxi des feuilles des Graminées. *Bull. de la Soc. Bot. de France*, T. xxii, 1875, p. 115.
- 1897-1909. — ENGLER et PRANTL. — Die natürlichen Pflanzenfamilien. *Leipzig, ENGELMANN, édit.*, 1897-1909, 11 vol. in-8, T. II, ali. 2., p. 69.
1906. — P. FITSCHY. — (D'après P. GUÉRIN, *C. R. Acad. des Sc.*, 1934, T. cxviii, p. 383). — *Bull. Acad. roy. de Belgique*, 1906, T. 8, p. 613-617.
1930. — FONZES-DIACON. — Toxicologie. *Paris, Norbert Maloine, édit.* 1930, p. 252.
1912. — E. GAIN et D. BROCC-ROUSSEU. — Traité des Foins. *Paris, Librairie J.-B. Baillière et fils*, 1912, p. 63, 295, 301 490, etc.
1926. — E. GAUMANN. — Vergleichende Morphologie der Pilze. *Jena, Gustav Fischer*, 1926, p. 223.
- E. GAUTIER. — Catalogue raisonné de la Flore des Pyrénées-Orientales. *Perpignan: au siège de la Société agricole scientifique et littéraire des Pyr. Or. et chez chez Ch. Latrobe, imprimeur*, p. 447.
1914. — A. GORIS. — Localisation et rôle des Alcaloïdes et des glucosides chez les végétaux, *Paris, Jacques Chevalier, libraire*, 1914.
1928. — P. GUERIN. — L'acide cyanhydrique chez les *Lotus* (*C. R.*, 187, p. 1158, 1928).
1929. — P. GUERIN. — La teneur en acide cyanhydrique des *Lotus* (*C. R.*, 189, p. 1011, 1929).
1930. — P. GUÉRIN. — L'acide cyanhydrique chez les vesces. Sa répartition dans les divers organes des Légumineuses. Papilionacées à glucoside cyanogénétique (*C. R.*, 190, p. 512, 1930).

1930. — P. GUÉRIN. — Les Légumineuses à acide cyanhydrique. Paris, J.-B. Baillière et Fils, 1930.
1934. — P. GUÉRIN. — L'acide cyanhydrique chez les Graminées: *Melica* et *Gynerium*, C. R. Acad. des Sciences, 1934, T. CXCVIII, p. 383.
1906. — L. GUIGNARD. — Le Haricot à acide cyanhydrique (*Phaseolus lunatus* L.) Bull. Sc. Pharmacologiques, 1906, p. 129, 193, 337, 401.
1907. — L. GUIGNARD. — Sur les quantités d'acide cyanhydrique fournies par le *Phaseolus lunatus* L. cultivé sous le climat de Paris. Bull. Sc. Pharmacologiques, 1907, p. 565.
1908. — P. HARIOT. — Les Urédinées, Paris, EPQF (après E. GAIN et D. BROcq-ROUSSEU, *Traité des Foins*, p. 296).
1895. — C. HARTWICH. — Ueber das Mutterkorn von *Molinia cærulea* Monich. Wochenschr. f. Chem. und Pharm., 1895, n° 2, p. 13, d'après *Apotheker Zeitung*, T. X, 1895, p. 47.
1921. — L. HECKE. — La culture de l'ergot de Seigle. Journ. suisse de Pharm. et Chim. T. 21, p. 278, 1921 (Analyse in Journ. de Pharm. et Chim. S 7, T. 25, p. 237, 1922, d'après Amer. Journ. Pharm. XIII, p. 723, 1921).
- 1906-1931. — G. HEGI. — Illustrierte Flora von Mittel-Europa, München, J. F. Lechmanns Verlag, 1906-1931, 13 vol. T. I, p. 276-278.
1895. — HOOKER et JACKSON. — Index Kewensis, Oxonii, 1895 T. II, p. 253.
1919. — Ch. KILLIAN. — Sur la sexualité de l'ergot de Seigle, le *Claviceps purpurea* (Tulasme). Bull. Soc. mycol. de France T. XXXV, EPEP, p. 182.
1887. — H. LORET et A. BARRANDON. — Flore de Montpellier. Paris, G. Masson, libr.-édit. ; Montpellier, Libr. Joseph Calas, 1887, p. 563.
1881. — F. LUDWIG. — *Molinia cærulea* als Fliegenfängerin. Bot. Centralblatt, T. VIII, 1881, 4, p. 87.
1884. — F. LUDWIG. — Ueber den Fliegenbesuch von *Molinia cærulea*. Bot. Centralblatt, T. XVIII, 1884, 2, p. 122.
1924. — A. L. MARCHADIER et A. GOUJON. — Toxicologie végétale indigène, Paris, Gaston Doin, 1924, p. 90.
1913. — M. MIRANDE. — Sur quelques plantes nouvelles à acide cyanhydrique. C. R. Soc. Biologie, 1913, T. BT, p. 434.
1910. — E. NOFFRAY. — Les dangers actuels de l'ergot. Journ. d'Agriculture pratique, T. XIX, 1910, p. 529 et 563.
1895. — G. PLANCHON et E. COLLIN. — Les drogues simples d'origine végétale. Paris, Octave Doin, édit., 1895, T. I, p. 97.
1857. — De POUZOLZ. — Flore du département du Gard. Nîmes, Teissier, B. R. Garve, 1857, T. II, p. 576.

1870. — E. ROZE. — Communications faites à la Soc. Bot. de France. *Bull. de la Soc. Bot. de France*, t. xv, 1869, p. 19, t. xvi, 1869, p. 176; t. xvii, 1870, p. 283.
- 1893-1913. — G. ROUY. — Flore de France. *Paris, Emile Deyrolle*, 1893-1913, 14 vol, t. xiv, p. 198.
1926. — P. N. SCHURHOFF. — Die Zytologie der Blütenpflanzen. *Stuttgart, Ferdinand Enke*, 1926, p. 429.
1903. — R. STAGER. — Botan. Zeitung 1903 (après TSIRCH, Handbuch der Pharmakognosie, t. III v 2, p. 144).
1910. — R. STAGER. — Beobacht über d. Mutterk. *Zentralbl. f. Bakter*, 27, 1910, p. 67 (après TCHIRCH, *Handbuch der Pharmakognosie*, t. III, v. 2, p. 144).
1869. — TICHONUROFF. — Communication faite au Congrès des naturalistes russes à Moscou. 1869. *Bull. de la Soc. de Bot. de France*, t. xviii, 1871, p. 20.
1907. — TREUB. — Nouvelles recherches sur le rôle de l'acide cyanhydrique dans les planets vertes. *Ann. jard. Bot. Binnenzog*, t. 6, 1907.
1923. — A. TSCHIRCH. — Handbuch der Pharmakognosie, *Leipzig. H. Tauchnitz*, 1923, t. III, v. 2, p. 140-144.
1853. — L. R. TULASNE. — Mémoire sur l'ergot des Glumacées. *Ann. des Sc. Nat. (Botanique)*, 3^e S, t. xx, 1853, p. 5.
1933. — R. TUXEN. — Mitteilungen der Provinzialstelle für Naturdenkmalpflege Hannover. *Hannover-Kleefeld, Stephanssstift*, 1933, t. 4, p. 47.
1884. — Ph. VAN TIEGHEM. — Traité de Botanique, *Paris, Librairie F. Savy*, 1884, p. 651, 689, 691, 752.
1872. — Ph. VAN TIEGHEM. — Observations anatomiques sur le cotylédon des Graminées. *Ann. des Sc. Nat. (Botanique)*, 5^e S, t. xv, 1872, p. 236.
1917. — F. VINCENS. — Recherches organogéniques sur quelques hypocréales. *Thèse doct. ès-sciences, Paris*, 1917, p. 177.
1911. — O. WALTER.; L. KRASNOSELSKY; N. A. MAXIMOW et W. MALCEWSKY. — Sur la teneur en acide cyanhydrique des pousses de bambou (analyse in *Bull. de Pharmacol.*, 1911, p. 252, après *Bull. Agric. Indes Néerland.*, n° 42).
1863. — V. J. ZACCONE. — Plantes fourragères. Album des cultivateurs, 1863 (après E. GAIN et BROCC-ROUSSEU. *Traité des Foins*, 1912, p.471.)

TABLE DES MATIERES

	Pages
AVANT-PROPOS	7
INTRODUCTION	9
PREMIERE PARTIE. — <i>Synonymie. — Morphologie. — Localisation.</i>	
CHAPITRE I. — <i>Le genre Molinia et ses rapports avec les genres et groupes voisins</i>	13
A) Historique et Synonymie	13
B) Caractères du genre Molinia	15
C) Relations avec les genres voisins	17
CHAPITRE II. — <i>Etude morphologique et localisation dans la flore languedocienne et roussillonnaise du Molinia caerulea et de ses variétés</i>	21
A) Morphologie	21
a) Description générale de l'individu	21
b) Description détaillée de l'individu	22
c) Variétés du type Molinia caerulea et leurs caractères	25
B) Aire de dispersion et localisation	28
a) L'aire de dispersion du genre Molinia	28
b) Localisation du genre Molinia caerulea dans la flore languedocienne et roussillonnaise	29
c) Caractères phytogéographiques de l'espèce Molinia caerulea et de ses variétés	29
DEUXIEME PARTIE. — <i>Anatomie</i>	33
CHAPITRE I. — <i>Racine</i>	34
CHAPITRE II. — <i>Rhizome</i>	44
I. — Région internodale	44
II. — Région nodale	47
CHAPITRE III. — <i>Jige</i>	51
I. — Région basilaire	51
II. — Région nodale	53
III. — Région supernodale	56
CHAPITRE IV. — <i>Feuille</i>	60
I. — Gaine	62
II. — Limbe	64

CHAPITRE V. — <i>Fleur</i>	68
I. — Glumelle	68
II. — Glumellule	69
III. — Androcée	69
IV. — Gynécée	73
CHAPITRE VI. — <i>Fruit</i>	79
TROISIEME PARTIE. — <i>Recherches sur la toxicité de Molinia caerulea.</i>	
CHAPITRE I. — <i>Relations entre la toxicité de Molinia caerulea et la présence de Claviceps microcephala</i>	81
I. — <i>Claviceps microcephala</i> Tul.	82
II. — Espèces parasitées par <i>Claviceps microcephala</i> ...	83
III. — Cycle évolutif	84
IV. — Analyse chimique de <i>Claviceps microcephala</i>	85
V. — Toxicité de <i>Molinia caerulea</i> comme fourrage	87
CHAPITRE II. — <i>Essais physiologiques sur les animaux</i>	91
I. — Innocuité de l'appareil végétatif	91
II. — Toxicité des panicules non épanouis	91
III. — Toxicité des panicules épanouis	92
IV. — Innocuité des panicules fructifiés	92
CHAPITRE III. — <i>Recherches de l'agent toxique</i>	93
I. — Recherche de l'acide cyanhydrique	94
II. — Dosage de l'acide cyanhydrique	95
III. — Résultats	97
IV. — Recherche de l'émulsine	99
CONCLUSIONS	103
BIBLIOGRAPHIE	107

En ma qualité de Censeur
de Tour, j'ai lu la Thèse ayant
pour titre :

« *Molinia Caerulea* Moench »
« *Mélique bleue* »
« *Etude botanique et toxicologique* »
par M. Radu ZITTI.

Je pense que la Faculté peut
en permettre l'impression.

Montpellier, le 12 Juin 1934,

Le Professeur,
A. JUILLET.

Vu :

Montpellier, le 12 Juin 1934,

Le Doyen,
FONZES-DIACON.

Vu et permis d'imprimer :
Montpellier, le 13 Juin 1934,

Le Recteur,
TAILLIART.

